

Forum

technische Bildung

**Beispiele-Informationen-Diskussion
zum Unterricht mit dem
fischertechnik-Schulprogramm**

1/75

Herausgeber:

FISCHER-WERKE Artur Fischer
7241 Tumlingen, Krs. Freudenstadt
Telefon (07443) 121 Telex 764 224

Redaktion:

Ludwig Luber, c/o Fischer-Werke, 7241 Tumlingen
Fachschulrat Helmut Wiederrecht
6921 Lobenfeld, Torgartenstr. 34

Zuschriften und Beiträge erbeten an Fischer-Werke Artur Fischer, 7241 Tumlingen. Beiträge können bei Quellenangabe und gegen Übersendung eines Belegexemplares nachgedruckt werden.

Erscheinungsweise und Bezugsmöglichkeiten:

Forum Technische Bildung, ein Informationsdienst der Fischer-Werke für Schulen, erscheint drei- bis viermal im Jahr als Beilage in folgenden Zeitschriften:

Westermanns Pädagogische Beiträge –
Georg Westermann Verlag, Braunschweig

Die Arbeitslehre –
Ernst Klett Verlag, Stuttgart

Technik und Wirtschaft im Unterricht –
Otto Maier Verlag, Ravensburg

Die Informationsschrift kann auch direkt bei den Fischer-Werken bestellt werden.

Mitarbeiter dieses Heftes:

Dr. Heribert Keh, Realschuldirektor,
8603 Ebern, Robert-Koch-Straße 12

Dr. Hans Maier, Professor, 6800 Mannheim, Nadlerstraße 4

Klaus-Dieter Obst, Lehrer,
5804 Hericke, Philipp-Nicolai-Weg 11

Gerhard Ruckwied, Lehrer, 6901 Nußloch, Silcherweg 10

Helmut Wiederrecht, Fachschulrat,
6921 Lobenfeld, Torgartenstraße 34

Ständige Beratung:

Horst Dinter
Professor für Arbeitslehre – Technik und Wirtschaft, Pädagogische Hochschule des Saarlandes, Saarbrücken.

Dr. Horst Egen
Professor für Technologie und Didaktik des technischen Werkens, Pädagogische Hochschule Westfalen-Lippe, Abt. Bielefeld.

Dr. Ulrich Freyhoff
Professor für Allgemeine Didaktik und Schulpädagogik, Päd. Hochschule Ruhr, Abt. Dortmund.

Herbert Frommberger
Professor für Schulpädagogik, Päd. Hochschule Ruhr, Abt. Dortmund.

Dipl.-Vw. Erich-Albert Grunert
Stadtschulrat, Lehrbeauftragter für Didaktik der Wirtschaftswissenschaften, Pädagogische Hochschule Ruhr, Abt. Dortmund.

Fritz Kaufmann
Fachschulrat für Werkerziehung, Pädagogische Hochschule Heidelberg.

Dr. Heribert Keh
Direktor der Staatlichen Realschule Ebern/Unterfranken.

Dr. Hans Maier
Professor für Schulpädagogik, Pädagogische Hochschule Heidelberg.

Dr. Ewald Rother
Professor für Allgemeine Pädagogik, Pädagogische Hochschule Heidelberg.

Dr. Carl Schietzel
Professor i. R für Didaktik (Sachkunde) im Fachbereich Erziehungswissenschaften, Universität Hamburg.

Druck: Druckhaus Rombach+Co GmbH, 7800 Freiburg
Printed in Germany

Forum

technische Bildung

Beispiele – Informationen – Diskussion
zum Unterricht mit dem fischertechnik-Schulprogramm

Inhaltsverzeichnis

Heft 1/75

1. Klaus-Dieter Obst
Unterrichtsbeispiel: „Eigengewicht und Tragkraft bei fahr-
baren Kränen“
Sekundarstufe I Seite 4
2. Helmut Wiederrecht
Sachinformation: „Zur Standsicherheit und Tragfähigkeit
von Kränen“ Seite 8
3. Heribert Keh
Unterrichtsbeispiel: „Die Arbeitsmaschine“
Orientierungsstufe / Sekundarstufe I Seite 11
4. Hans Maier – Gerhard Ruckwied – Helmut Wiederrecht
Unterrichtsbeispiel: „Vierradlenkung“
Orientierungsstufe / Sekundarstufe I Seite 16
5. Produktinformation
5.1 Dokumentation zur technischen Bildung Seite 27
5.2 Neue Veröffentlichung der Fischer-Werke zum
fischertechnik-Schulprogramm Seite 28

Eigengewicht und Tragkraft bei fahrbaren Kränen

Unterrichtsbeispiel für die Sekundarstufe I, durchgeführt in der Holzkampfschule Witten (NRW)

im 8. Schuljahr (7 Mädchen, 5 Jungen)

Arbeitsmittel:

12 Lernbaukästen u-t 1, 12 Gewichtssätze, 6 Kraftmesser (Federwagen), 1 Arbeitsblatt

Zeit:

3 Unterrichtsstunden

1. Lernziele

1.1 Die Schüler sollen beim Erkunden in Betrieben und durch tabellarische Zusammenstellungen der Daten von fahrbaren Kränen herausfinden, daß Eigengewicht und Tragfähigkeit wichtige Daten eines fahrbaren Krans sind, und Unterschiede im Verhältnis von Eigengewicht und Tragfähigkeit bei verschiedenen Kränen feststellen.

1.2 Die Schüler sollen ein Modell eines fahrbaren Krans bauen können, mit dem Lasten versetzt (d. h. angehoben und horizontal transportiert) werden können.

1.3 Die Schüler sollen bei Überprüfen der Modelle Bauelemente oder Baugruppen angeben können, die die Tragfähigkeit (z. B. die Stabilität, die Standfestigkeit) vergrößern bzw. vermindern. Dabei sollen sie auch unwichtige oder nicht funktionsgerechte Bauelemente am Modell zeigen und ihre Funktionslosigkeit begründen können.

1.4 Die Schüler sollen durch Belastungsversuche die Tragfähigkeit der Modelle ermitteln und die große bzw. kleine Tragfähigkeit mit physikalischen Gesetzmäßigkeiten (z. B. Hebelgesetze, Lage des Schwerpunkts, Standfestigkeit) begründen oder wenigstens umschreiben können.

2. Anfangssituation

Die Schüler hatten in der vorausgehenden Stunde den Auftrag erhalten, sich bei Baufirmen und in Fabriken nach den Daten der dort aufgestellten Kräne zu erkundigen. Eine Schülergruppe besuchte ein Unternehmen, das Baukräne und Spezialkräne vermietet. Außer einer Fülle von Informationsmaterial erhielten die

Schüler einen kleinen Einblick in das Unternehmen und konnten sich einige Spezialkräne anschauen.

Zu Beginn der Stunde berichteten die Schüler über ihre Erkundungen. Es wurde eine Fülle von Fakten und Daten genannt, die sich die Schüler bei ihren Besuchen notiert hatten. In einem anschließenden Unterrichtsgespräch sollten die Schüler die Daten aus der Fülle des Materials heraussuchen, mit deren Hilfe man die Kräne vergleichen könnte. Sehr bald wurde die Tragkraft als eine Vergleichsgröße herausgestellt. Einige Schüler wandten jedoch ein, daß zwei Kräne, die die gleiche Tragkraft besitzen, aber z. B. auch ein unterschiedliches Gewicht (Eigengewicht) haben können. Für den Unternehmer sei aber der Kran am „wertvollsten“, der eine große Tragkraft, jedoch ein geringes Eigengewicht besitze. Dieser Kran ließe sich bei vielen Gelegenheiten einsetzen, wobei jedoch z. B. die Transportkosten, die sich z. T. nach dem Eigengewicht errechnen, gering seien.

Somit wurden die Daten Tragkraft und Eigengewicht aus der Fülle des Datenmaterials herausgestellt, weil sie einen nachprüfbaren Vergleich verschiedener Kräne ermöglichen. Dabei wurden diese Begriffe, die von den Schülern bereits häufig verwendet wurden, etwa so definiert: „Die Tragkraft ist das Gewicht der Last, die der Kran heben kann.“

| Nr. | Name des Krans | Eigengewicht = (Gewicht des Krans) | Lastgewicht = (Wieviel der Kran heben kann) |
|-----|----------------|------------------------------------|---|
| 1. | Teleskopkran | 14,15 t | 7,50 t |
| 2. | Teleskopkran | 34,50 t | 30,00 t |
| 3. | Teleskopkran | 60,00 t | 80,00 t |
| 4. | Gittermastkran | 20,00 t | 15,00 t |
| 5. | Autokran | 150,00 t | 1000,00 t |

Abb. 1 Tabellarische Zusammenstellung der Daten der Kräne.

Auf das Problem, daß die bei den späteren Versuchen gemessene Belastbarkeit der Modellkräne größer ist als die in Wirklichkeit zulässige Tragkraft, wurde an dieser Stelle nicht eingegangen. Weil die Schüler Konstruktionsmängel der Modelle meist erst dann erkannten, wenn die Modelle allmählich bis an die Belastungsgrenze hin belastet wurden, mußte diese Umschreibung zunächst geduldet werden. Bei der

praktischen Überprüfung der Standsicherheit von Kränen durch den TÜV muß der Kran in der Wirklichkeit eine Überlastung zwischen 33 % und 50 % der Nenntragkraft aushalten, ohne umzustürzen. D. h. die in den Versuchen gemessene Tragkraft der Modelle ist größer als die zulässige Höchstbelastung, die für die Modelle gelten würde.

Beim Vergleich der Daten in dieser Tabelle stellen die Schüler fest, daß das Verhältnis von Eigengewicht und Tragfähigkeit für die einzelnen Kräne sehr verschieden ist. Während bei den Kränen 1, 2 und 4 das Eigengewicht größer ist als die Tragfähigkeit, können die Kräne 3 und 5 eine Last heben, deren Gewicht größer ist als das Eigengewicht. Der Spezialkran 5 kann sogar mehr als das Sechsfache seines Eigengewichts heben.

Arbeitsauftrag

Die Schüler erhielten jetzt den Auftrag, eine „Hebemaschine“ zu bauen. Mit diesem Gerät soll dann eine Last gehoben und transportiert werden. Dabei sollen Last und Kran sich auf gleicher Ebene befinden. Die Schüler wurden besonders darauf hingewiesen, daß sie sich um ein günstiges Verhältnis zwischen Eigengewicht und Tragfähigkeit bemühen sollten.

In den nächsten 30 Minuten entstanden Modelle, die, wie sich bei den späteren Messungen zeigte, im Sinne der Aufgabenstellung verbesserungswürdig waren. Typische Verbesserungsmöglichkeiten zeigt z. B. das Modell auf Abbildung 2. Der Schwerpunkt liegt bei diesem Modell eindeutig auf der Seite des Auslegers, so daß das Modell schon bei relativ geringer Belastung nach vorn überkippt. Um den Ausleger zu stützen, baute der Schüler eine aufwendige Konstruktion. Diese Stützkonstruktion vergrößert das Eigengewicht des Modells sehr. Eine einfachere und leichtere Stützkonstruktion würde die gleiche Funktion übernehmen können. Der Schüler hat richtig erkannt, daß das Gewicht der Seilwinde auf der dem Ausleger entgegengesetzten Seite als Gegengewicht wirken kann.

3. Überprüfen der Modelle

Nachdem die meisten Schüler ein Modell gebaut hatten, wurden alle (auch die, die noch nicht ganz fertiggestellt waren) auf einem Gruppentisch zusammengestellt (Abb. 3, Abb. 4).

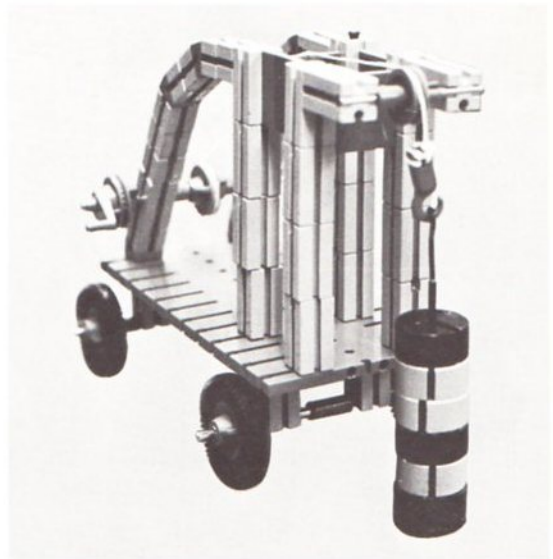


Abb. 2 Schülerarbeit aus der ersten Bauphase.



Abb. 3 Modell eines fahrbaren Krans mit einer geringen Tragkraft. Da der Ausleger sehr lang ist, kippt der Kran schon bei einer geringen Belastung um.

Anschließend wurden bei allen Modellen Eigengewicht und Tragfähigkeit mit Hilfe von Federwaagen und Gewichtssätzen gemessen. Die gefundenen Werte wurden in einer Tabelle an der Tafel notiert (Abb. 5 und 6).

Die Tabelle, in die die gefundenen Werte an der Tafel eingetragen waren, entspricht der Tabelle des Arbeitsbogens.



Abb. 4 Beim Messen der Tragfähigkeit zeigte sich, daß auch dieses Modell nur sehr gering belastet werden kann, da der Schwerpunkt in der Nähe der vorderen Kippkante liegt.

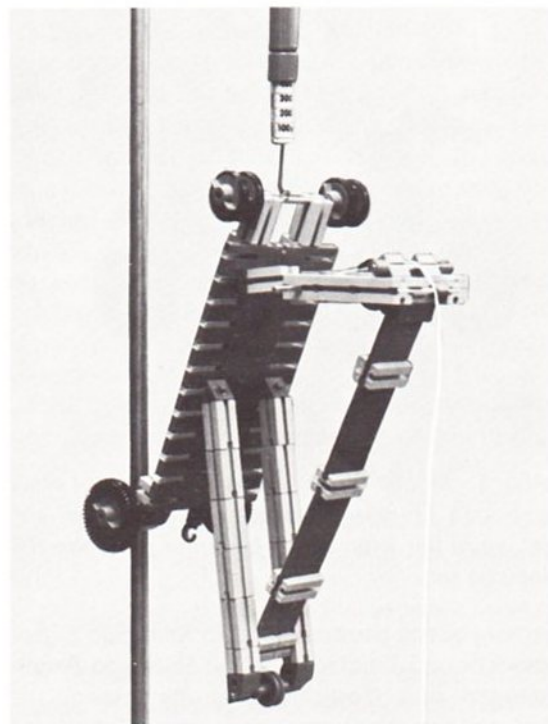


Abb. 5 Messen des Eigengewichts des Modells mit Hilfe einer Federwaage. Sie wurde an einem Stativ befestigt, damit die Werte besser abgelesen werden konnten.

| Name | Eigen- gewicht | Last- gewicht | Lastgew. |
|---------------|-------------------|------------------|-----------|
| | | | Eigengew. |
| Ute | 400 p | 230 p | 0,58 |
| Michael | 340 p | 350 p | 1,08 |
| Birgit | 400 p | 240 p | 0,60 |
| Petra/Barbara | 370 p | 300 p | 0,81 |

Abb. 6 Zusammenstellung von Lastgewicht und Eigengewicht von Modellen aus der ersten Bau-phase. Die Werte in der letzten Spalte zeigen, daß das Verhältnis noch ungünstig ist.

Durch den Vergleich der gefundenen Werte wurden die Schüler motiviert, nach Begründungen dafür zu suchen, warum einige Modelle im Vergleich zu anderen bei kleinerem Eigengewicht schwerere Lasten heben konnten. Wie die folgenden Äußerungen zeigen, wurden dabei, wenn auch oft nicht direkt ausgesprochen, Gesetze aus der Mechanik (z. B. Hebelgesetz) an den Modellen wiedererkannt, bzw. zur Begründung angewandt.

So meinte z. B. eine Schülerin: „Bei diesem Modell ist der Ausleger zu lang, deshalb kippt das Modell bei der Belastung ‚schnell‘ (d. h. vermutlich: schon bei geringer Belastung) nach vorn.“ Ein anderer Schüler ergänzte: „Der Ausleger ist der Lastarm“ (vgl. Abb. 3). Ein anderer Schüler meinte: „Wenn wir auf der anderen Seite des Modells dem Ausleger gegenüber das Seil über einen weiteren kleinen Gegenausleger führen, können wir eine größere Last heben.“

4. Veränderung der Modelle unter Berücksichtigung der beim Überprüfen gefundenen Ergebnisse

Die Schüler erhielten nach dieser Besprechung wieder ihre Modelle, dazu Anhängengewichte, Federwaagen und ein Arbeitsblatt mit folgendem Auftrag:

Arbeitsauftrag

Du hast ein Maschinenmodell zum Heben und Fahren von Lasten gebaut.

Versuche nun, das Modell so zu verändern, daß du ein günstigeres Verhältnis von Eigengewicht und Lastgewicht erhältst.

Miß nach jeder Veränderung deines Modells die beiden Größen und notiere sie in der Tabelle!

| | Messung Nr. | Eigen-gewicht | Last-gewicht | Lastgew. Eigengew. |
|-------------------|-------------|---------------|--------------|--------------------|
| Ute | 1 | 400 p | 230 p | 0,58 |
| | 2 | 250 p | 550 p | 2,20 |
| | 3 | 300 p | 820 p | 2,73 |
| Michael | 1 | 340 p | 350 p | 1,02 |
| | 2 | 370 p | 500 p | 1,35 |
| | 3 | 370 p | 600 p | 1,62 |
| | 4 | 400 p | 1100 p | 2,75 |
| Petra/ Barbara | 1 | 370 p | 300 p | 0,81 |
| | 2 | 410 p | 650 p | 1,59 |
| | 3 | 430 p | 900 p | 2,09 |
| Birgit | 1 | 400 p | 210 p | 0,53 |
| | 2 | 340 p | 240 p | 0,69 |
| | 3 | 380 p | 400 p | 1,05 |

Abb. 7 Während der Verbesserung der Modelle sollten die Schüler immer wieder das Eigengewicht und die Tragfähigkeit messen und versuchen, ein möglichst gutes Verhältnis zu erreichen. Die Zahlenwerte zeigen, daß auch innerhalb der Modellebene erhebliche Verbesserungen gegenüber den Lösungen aus der ersten Bauphase erreicht wurden.



Abb. 8 Dieses Foto zeigt die Weiterentwicklung des Modells aus Abbildung 3.

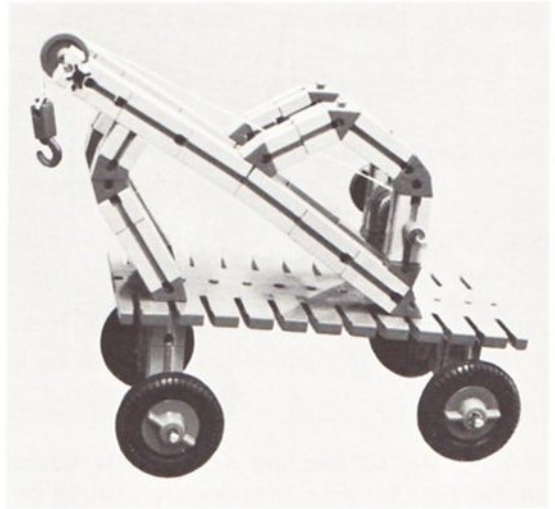


Abb. 9 Der Auslegearm ist gut abgestützt. Die Kurbel mit dem nur angedeuteten Gegenausleger bildet kein großes Gegengewicht zur angehängten Traglast.

Auch bei diesem Modell ist die Grundplatte nicht waagerecht angeordnet. Der Winkel zwischen Grundplatte und Standfläche ist jedoch nicht so groß, daß eine nennenswerte Verschiebung des Schwerpunkts erreicht wird.

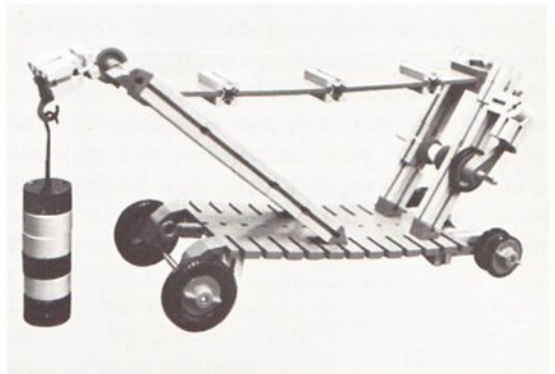


Abb. 10 Die Schülerin hat es durch die Anbringung der Räder verstanden, die Standfläche des Modells zu vergrößern. Durch die verschiedenen Radgrößen auf der Vorder- und Hinterachse wird der Schwerpunkt des Modells nach hinten verlagert. Der Ausleger ist fast im Schwerpunkt des Modells befestigt.

Der Gegenausleger schafft ein gutes Gegengewicht zum Auslegearm. Die Verbindungselemente zwischen Ausleger und Gegenausleger sind in bezug auf ihre Funktion beim Heben der Lasten gut angeordnet. Bei der Betätigung der Kurbel zeigt sich jedoch eine etwas ungenügende Abstützung der Ausleger.

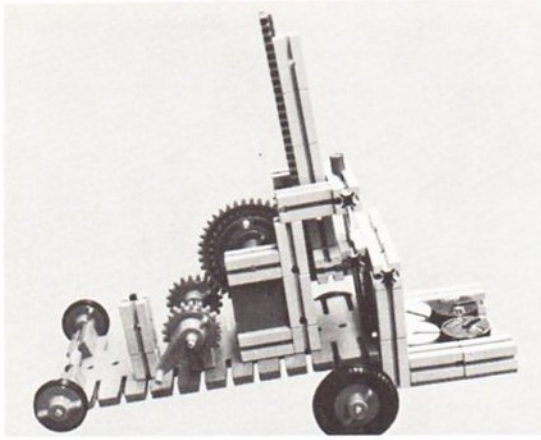


Abb. 11 Der Schüler, der das gezeigte Modell gebaut hat, hat eine ganz andere Lösung gefunden. Er kann mit dem gebauten Modell ebenfalls Lasten heben und transportieren (Rahmenthema). Der Gabelstapler muß zwangsläufig aufwendig und präzise gestaltet sein. Dabei liegen alle Bauelemente über der Vorderachse. Der Schwerpunkt des Modells wird dadurch nach vorn verlagert. Dieser Tatbestand wurde von dem Schüler erkannt. Deshalb hat er versucht, den Winkel zwischen Grundplatte und Standfläche stark zu vergrößern, um so eine Schwerpunktverlagerung nach hinten zu erreichen.

Bei dem dargestellten Modell haben die Messungen ergeben, daß das Eigengewicht weit größer ist als das Lastgewicht, das gehoben und befördert werden kann. Das Modell zeigt jedoch deutlich die gestalterische Freude und den Einfallsreichtum des Schülers. ■



Abb. 3 600-t-Gittermast-Autokran (siehe Beschreibung Seite 9)

Helmut Wiederrecht

Sachinformation:

Zur Standsicherheit und Tragfähigkeit von Kränen

Die Standfestigkeit eines Krans hängt von sehr verschiedenen Faktoren ab. Ein Kran bleibt nur dann stehen, wenn das von seinem Schwerpunkt auf die Unterstüpfungsfläche gefällte Lot diese Fläche noch trifft. Der Kran hat entsprechend der Zahl der Unterstüpfungspunkte vier Kippkanten. Das sind die Verbindungslinien zwischen den einzelnen Unterstüpfungspunkten.

Der Kran steht um so sicherer, je weiter das vom Schwerpunkt auf die Unterstüpfungsfläche gefällte Lot von der nächsten Kippkante entfernt ist, je tiefer der Schwerpunkt liegt und je größer das Gewicht des ganzen Krans ist. Dieser Sachverhalt wird mit dem Begriff der Standfestigkeit erfaßt. Man kann diesen Sachverhalt auch so beschreiben: Ein Kran steht um so sicherer, je mehr Arbeit (im physikalischen Sinn) man verrichten muß, um ihn umzuwerfen. Die Arbeit, die verrichtet werden muß, läßt sich berechnen:

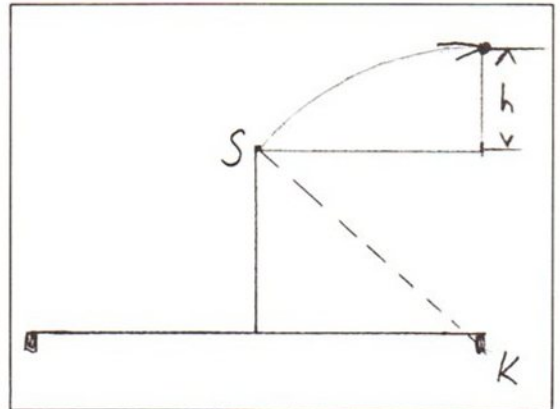


Abb. 1

S: Schwerpunkt des Krans

K: Kippkante

h: Höhe, um die der Schwerpunkt gehoben werden muß, bis er über die Kippkante zu liegen kommt

W: Die Arbeit, die nötig ist, um den Kran umzuwerfen

G: Gewicht des Krans

$$W = G \cdot h$$

Die Lage des Schwerpunkts eines Krans mit beweglichem Ausleger ist nicht konstant. Sie wird beeinflusst durch die Größe der Last, durch die

Lage der Last, d. h. durch die Stellung des Auslegers, durch das Gegengewicht und seine Lage. Die Vorschriften für den Arbeitsschutz beim Betrieb von Kränen (Unfall-Verhütungs-Vorschriften = UVV) enthalten stets die Bestimmung, daß die Überlastung des Krans durch das Anschlagen einer über die Nenntagkraft hinausgehenden Last oder Beanspruchung mit einem unzulässigen Lastmoment verboten ist. Die Verantwortung des Kranführers für die begrenzte Größe der Hublast wird dadurch erschwert, daß in den meisten Fällen der Kranführer auf Schätzungen des Lastgewichts angewiesen ist. Diese Schätzungen schwanken selbst bei erfahrenen Kranführern und Ingenieuren zwischen 50 % und 200 % der tatsächlichen Last. Kaum zu schätzen sind die Kräfte, die am Hubwerk auftreten können, wenn eine Last festsetzt, angefroren ist oder sich verhakt hat. In einer Statistik, die die Unfälle mit und an Kränen aufzeigt, stehen deshalb auch Kräne mit beweglichem Ausleger an erster Stelle. Bei diesen Kränen ist deshalb auch neben der Last das Lastmoment einzuhalten und zu überwachen. Es darf in einer bestimmten Ausladung weder eine zu große Last gehoben noch die zulässige Last in einen Bereich geringerer Standfestigkeit gedreht oder durch Absenken des Auslegers die der Last zugeordnete Ausladung unzulässig vergrößert werden.

Aus diesen Gründen sind in den Typ K 6000 folgende Sicherheitseinrichtungen eingebaut:

Gemäß UVV Hubendschalter an den Auslegerköpfen, Winkelendschalter, elektronische Überlastsicherung, Windmeßeinrichtung.

Auf die mögliche Überlastung des Krans wirken außer der Hublast auch noch andere Kräfte, z. B. eine schlagartig ins Seil fallende Last und Winddruck, ein. Das Kippen wird außerdem noch begünstigt durch Einflüsse und Kräfte wie das Fehlen eines tragfähigen Untergrundes, eine zu große Neigung der Standfläche, mangelhafte Abstützung, zu geringer Reifendruck, Windkräfte und u. U. ein Hängenbleiben der Last während des Verfahrens.

Neben diesen meist theoretischen Standsicherheitsnachweisen, die meist nur auf errechneten Lasten aufbauen, wird die Standsicherheit auch praktisch bei der Abnahme von Kränen geprüft. Dabei muß der Kran eine Überbelastung zwischen 33 % und 50 % aushalten. Die Überlast wird meist nur allmählich und nur wenig über

dem Boden schwebend aufgebracht, so daß der Kran auch im Falle des Versagens hinten nur ein wenig angehoben wird und nicht umstürzen kann.

Den Zusammenhang zwischen Tragkraft und Stellung des Auslegers zeigt die untenstehende Skizze. Liegt das Lastmoment innerhalb der schraffierten Fläche, so bleibt der Kran stehen. Liegt es außerhalb, so fällt der Kran um (Abb. 2).

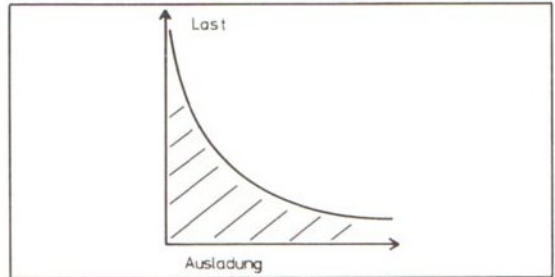


Abb. 2 Zusammenhang zwischen Tragkraft und Ausladung.

Im folgenden Abschnitt werden technische Daten eines von der Schülergruppe besichtigten Spezialkrans dargestellt. Sie wurden uns freundlicherweise von der Firma:

Autokran und Schwertransporte, Paul Rosenkranz GmbH & Co. KG, 5810 Witten/Ruhr, Herbeder Straße 2, zur Verfügung gestellt.

I. Allgemeine Daten Typ K 6000

| | |
|-------------------------------|--------------|
| max. Tragkraft | 600 t |
| max. Lastmoment | über 3400 mt |
| größte Rollenhöhe | 162 m |
| Gesamtlänge bei Straßenfahrt | 18,12 m |
| Gesamtbreite bei Straßenfahrt | 2,98 m |
| Gesamthöhe bei Straßenfahrt | 3,90 m |
| Straßenfahrgewicht | 78 t |
| Gesamte Dieselmotorleistung | 500 PS |
| Fahrgeschwindigkeit | 60 km/h |

Das Foto (Abb. 3) zeigt den 600-t-Gittermast-Autokran der Firma Paul Rosenkranz GmbH & Co. KG, Witten/Ruhr. Deutlich sichtbar sind drei der vier Stützmaten mit einer Auflagefläche von je 14 m² und je 7 Tonnen Gewicht. Zur Vergrößerung der Standfestigkeit ist der Kran an dieser Baustelle noch zusätzlich mit Kontergewichten von 135 t sowie mit einem Zentralballast von 80 t ausgestattet (Abb. 3, S. 8).

II. Kranfahrwerk

Kranträgerfahrgestell in Gelenkbauart mit 7 Achslinien.

Motor: 8-Zylinder-Dieselmotor 200 PS.

Getriebe: 12-Gang-Getriebe.

Achsen: Gelenkzugteil: 4 Achsen 8 x 8, davon 2 Achsen gelenkt.

Gelenkaufleger: 3 Achslinien, sämtlich gelenkt. In die automatische Lenkung kann vom Zugteil aus elektrisch eingegriffen werden, d. h., das hintere Fahrzeugteil läßt sich z. B. bei Kurvenfahrt außerhalb oder innerhalb der Normalspur fahren.

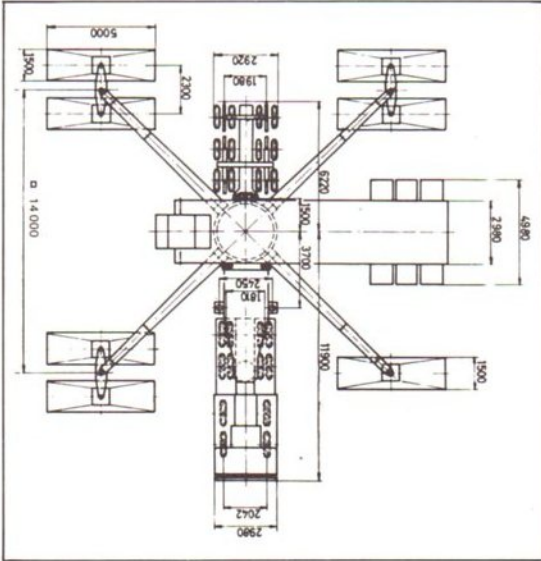


Abb. 4 Kranteil-Unterwagen

III. Kranteil-Unterwagen K 6000

Schwere konische Topfkonstruktion aus hochfestem Feinkornstahl zur Aufnahme der Abstützträger. Abstützung: 14 x 14 m. Mittels Hydraulikzylinder mit mechanischer Spindelabsicherung. Stützdruck je Ecke max. 280 t. Abstützung je nach Bodenverhältnissen, je Ecke, entweder auf einer Stützplatte 1,5 x 5,0 m oder auf 2 Stützplatten (mittels Stütztraverse) je 1,5 x 5,0 m.

IV. Kranteil-Oberwagen

Geschweißte Kastenkonstruktion aus hochfestem Feinkornstahl.

Oberwagenmotor: 8-Zylinder-Dieselmotor 200 PS.

Hydraulischer Kranantrieb: Hydraulischer Antrieb sämtlicher Krantriebwerke.

Hubwerke: 2 Haupthubwerke, max. Seilzugkraft 12,5 t. 1 Schnellhubwerk, max. Seilzugkraft 3 t. Einziehwerk: Seilzugkraft 16 t.

Drehwerk: Krandrehzahl max. 0,45 Upm.

Gegengewicht: Bleiklötze, max 135 t, und je nach Auslegersystem zusätzlicher Zentralballast.

V. Ausleger

Drei Systeme können aufgebaut werden.

System A: Hauptausleger bis 97 m Länge, zwei nach Tragkraft gestufte Auslegerköpfe. Zwischenstücke: 12 m, 8 m und 4 m, d. h. Stufung 4 m.

System B: Hauptausleger mit 8 m Schwerlastspitze, bis 97 m Hauptausleger. Max. Tragkraft 250 t.

System C: Hauptausleger mit wippbarem Spitzenausleger, max. Tragkraft 150 t, max. Kombinationslänge 161,4 m.

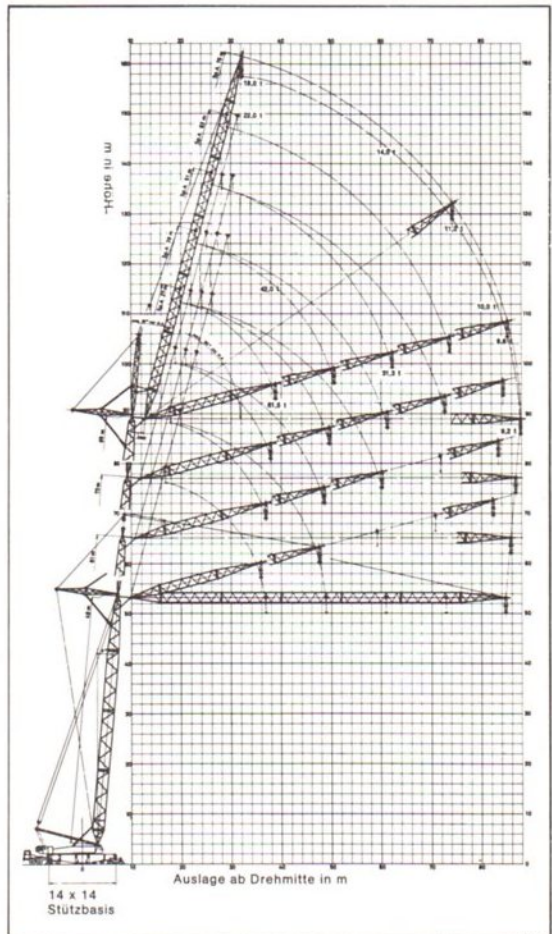


Abb. 5 Erreichbare Höhen und Weiten des Typs K 6000. Am Auslegerkopf ist die jeweilige Tragfähigkeit angegeben.

Die Arbeitsmaschine

Als Beispiel einer Unterrichtseinheit nach dem Curricularen Lehrplan (CuLp) für die Orientierungsstufe in Bayern – Erprobung im Schuljahr 1973/74 an der Kooperativen Gesamtschule Ebern.

Im nachfolgenden Bericht wird aufgezeigt, wie die Lernsequenz „Die Arbeitsmaschine“ im Unterricht der 5. und 6. Klasse durchgeführt wurde. Die Erprobungssituation für einen neuen (noch nicht veröffentlichten) Lehrplan im Rahmen eines Schulversuchs bringt zwei vom gewohnten Schultag abweichende Aspekte mit sich: Größtmögliche Freiheit einerseits, höchstmögliche Verpflichtung andererseits. Zur Freiheit: Es gibt nahezu nichts, was im Rahmen der Versuchsarbeit „nicht erlaubt“ wäre; zur Verpflichtung: Alle Versuche stehen unter dem Sachzwang ihrer späteren Übertragbarkeit auf das Regelschulsystems, m. a. W.: die Freiheit des Erprobens wird begrenzt durch den Versuchsauftrag. Auch gibt es keine besonderen Bedingungen hinsichtlich der Klassenfrequenzen, der Unterrichtsräume, der Medienausstattung, wohl aber weitestgehende Methodenfreiheit.

Was ich im folgenden berichte, war mein eigener Weg, den ich hiermit zur kritischen Diskussion stelle.¹

1. Lernziele

1.1 Der Schüler soll an der Tischständerbohrmaschine im Werkraum Antriebsteil, Übertragungsteil und Arbeitsteil (Elektromotor, Keilriemenantrieb, Arbeitswelle mit Bohrfutter) zeigen und dieses System an anderen Maschinen im Werkraum, z. B. an Kreissäge und Abrichte, wiedererkennen können.

1.2 Er soll von dem bei der Analyse gefundenen Übertragungsteil eine Faustskizze anfertigen und nach dieser Skizze mit den Bauteilen eines technischen Baukastens einen entsprechenden Übertragungsteil bauen können.

¹ In diesem Heft wird nur ein gekürzter Beitrag veröffentlicht. Der vollständige Beitrag, der u. a. auch eine Ableitung der Feinziele aus den Richtzielen und den Fachinhalten enthält, ist in der Zwischenzeit als Sonderdruck „Die Arbeitsmaschine“ erschienen. Dieser Sonderdruck wird auf Wunsch von den Fischer-Werken kostenlos zugeschickt.
Die Redaktion

1.3 Er soll mit Hilfe der Bauteile eines technischen Baukastens andere Übertragungsarten nacherfinden, z. B. Zahnradgetriebe, Schubstangengetriebe etc.

1.4 Er soll in Abbildungen nach historischen Maschinen (Overhead-Transparente) das erarbeitete Prinzip aufzeigen und an modernen Maschinen (Diapositive) wiedererkennen können.

1.5 Der Schüler soll mit Hilfe eines vorgegebenen Elektromotors, eines frei gewählten Übertragungsteils und eines „selbst erfundenen“ Arbeitsteils das funktionstüchtige Modell einer Arbeitsmaschine bauen können.

2. Anfangssituation

Was ich bisher noch bei keinem Unterricht mit fischertechnik gemacht hatte, versuchte ich hier, nämlich den Baukasten selbst zur Gestaltung der Anfangssituation zu verwenden.

Jeder Schüler bekam einen u-t 1 ausgehändigt mit dem Auftrag, einige ganz bestimmte Teile herauszunehmen. Wir begannen mit den „Stangen“, die lt. Inhaltsverzeichnis als Achsen bezeichnet sind. Die Frage, was man mit diesen Stangen machen könne, löste eine Diskussion aus, deren Problematik mit einfachsten Modellen belegt werden mußte: Die Stange in Verbindung mit einem Gelenkstein bildet einen Schaltebel; gelagert in Bausteinen entweder eine Welle oder eine Achse.

(Es fiel den Schülern leicht, zwischen dem Hebel einerseits, Welle und Achse andererseits zu unterscheiden; sie hatten aber verbale Schwierigkeiten, den Unterschied zwischen Welle und Achse herauszustellen.)

Wir waren bald bei der Erkenntnis, daß die Stange wegen ihrer universellen Verwendbarkeit ein elementares Bauteil der Maschinentechnik sei. Viele Fachausdrücke bezeugen dies: Lenkstange, Spurstange, Pleuelstange, Schubstange, Kurbelgestänge, Rudergestänge usw. Nicht ohne meine Nachhilfe wurde der nächste Denkschritt von einigen Schülern geleistet:

Es gibt elementare Bauteile, die in einfachen Maschinen immer wiederkehren.

Wir erarbeiteten schrittweise die folgende Tafelanschrift, die von den Schülern, mit Faustskizzen versehen, in die Arbeitshefte übernommen wurde (Abb. 1).

Auf das Seil waren einige Schüler durch die Bauteile Seilrolle und Seiltrommel gekommen.

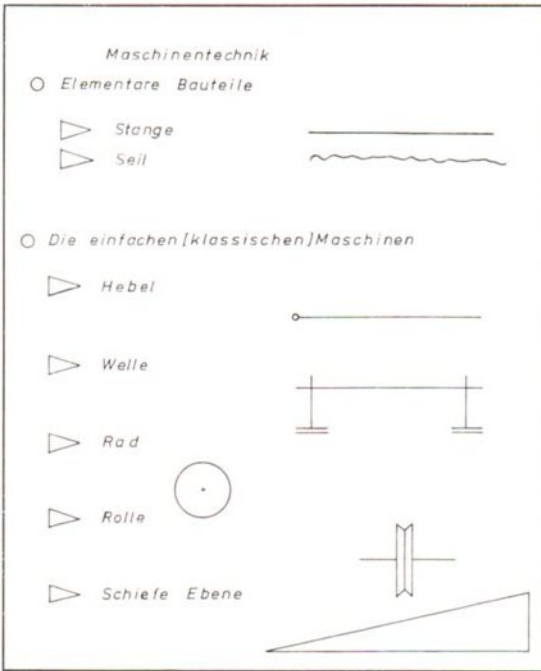


Abb. 1 Tafeltext, der während der Anfangssituation entstand

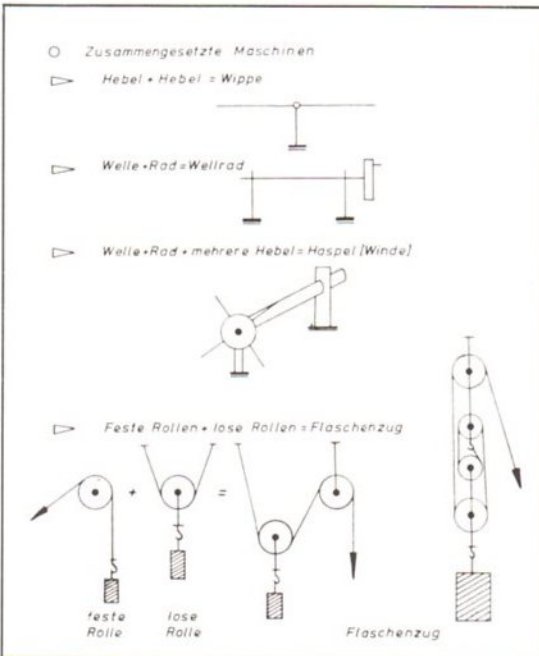


Abb. 2 Aus der Kombination von mehreren einfachen Maschinen wurden die hier dargestellten, zusammengesetzten Maschinen entwickelt

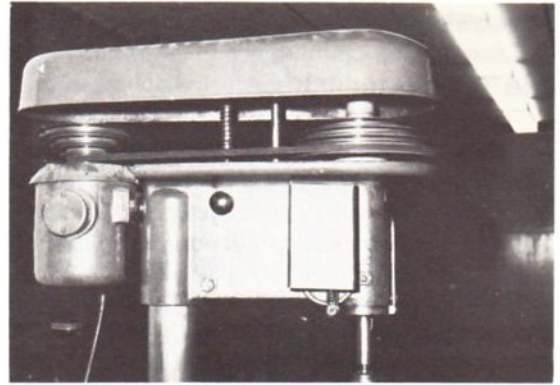


Abb. 3 Tischständerbohrmaschine – die Schutzhaube wurde abgenommen, damit das Übertragungsteil sichtbar wird

Diese Schüler beanstandeten zugleich das Fehlen des Seils im Baukasten.

(Auf die Schiefe Ebene wurde nicht näher eingegangen, da von den Schülern hierfür kein Anstoß kam.)

Wir gingen sodann dazu über, mögliche Kombinationen aus diesen einfachen Maschinen zu finden. Was gefunden (und gebaut) wurde, ging in die Tafelanschrift (und in die Arbeitshefte) ein (Abb. 2).

3. Lernschritt I, entsprechend den Lernzielen 1.1 und 1.2

Wir betrachteten (analysierten) im Werkraum die Tischständerbohrmaschine:

Ein Elektromotor treibt über ein Keilriemengetriebe die Arbeitswelle mit dem Bohrfutter. Die Arbeit mit der Bohrmaschine wurde vorgeführt.

Sodann wurde bei ausgeschaltetem Motor die Schutzhaube geöffnet und der Übertragungsteil freigelegt (vgl. Abb. 3).

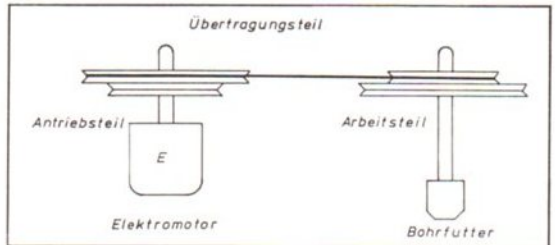


Abb. 4 Prinzipskizze einer Tischständerbohrmaschine

Das Interesse der Schüler konzentrierte sich auf die Frage: „Wie kann man den Keilriemen versetzen, damit unterschiedliche Bohrgeschwindigkeiten erzielt werden?“ Auch das Versetzen des Keilriemens wurde vorgeführt.

In einer Faustskizze wurde das vereinfachte System der vorgefundenen Übertragung festgehalten (Tafelskizze, Übernahme ins Arbeitsheft) (Abb. 4).

Sodann wurden die fischertechnik-Baukästen u-t 1 und u-t 2 ausgegeben mit dem Arbeitsauftrag:

Baue den Übertragungsteil einer Tischständerbohrmaschine entsprechend der erarbeiteten Faustskizze als Funktionsmodell.

Abb. 5 zeigt die beste Schülerlösung.

4. Lernschritt II, entsprechend Lernziel 1.3

Nachdem sichergestellt war, daß der Aufbau einer Arbeitsmaschine nach Antriebsteil, Übertragungsteil und Arbeitsteil den Schülern vertraut war, nachdem weiterhin durch die Analyse anderer Maschinen (Kreissäge, Abrichte, Mixer) die Fähigkeit zum Transfer des erkannten Prinzips eingeübt worden war, wurde der gar nicht so einfache Arbeitsauftrag gegeben:

„Versuche eine andere Übertragungsart in einem Funktionsmodell aus fischertechnik u-t 1 und u-t 2 herzustellen!“

Die besten Schülerarbeiten nach diesem Arbeitsauftrag zeigen die Abb. 6, 7 und 8.

5. Lernschritt III, entsprechend Lernziel 1.4

Ausgehend von der Abbildung einer historischen Maschine (Wasserrad und Daumenwelle zum Antrieb eines Schwanzhammers – Holzschnitt aus Spechtshart, Flores musicae, 1488; Overhead-Folie), wurde die weiterführende Erkenntnis gewonnen, daß jede Arbeitsmaschine ein technisches System ist.

Die Einzelheiten des technischen Systems im unteren Beispiel (vgl. Abb. 9) sind die folgenden (sie wurden im Lehrer-Schüler-Gespräch herausgearbeitet):

Ein unterschlächtiges Wasserrad („unterschlächtig“ = Wasser unten schlagend!) – im Bilde links – treibt eine Welle an. Auf dieser Welle sind deutlich die Daumen (= kleine Hebel = Nocken) erkennbar.

Der Schwanzhammer (Schmiedehammer) ist eine Wippe mit einem kurzen und einem langen Hebelarm.

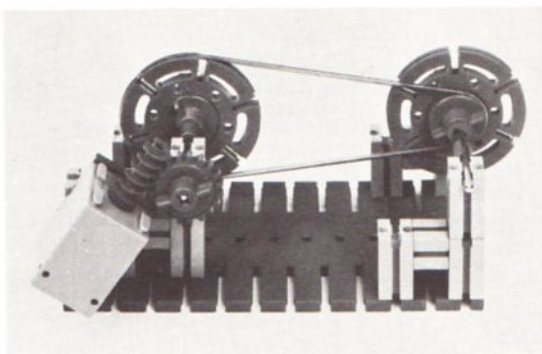


Abb. 5 Die Schülerarbeit zeigt das Funktionsmodell einer Tischständerbohrmaschine

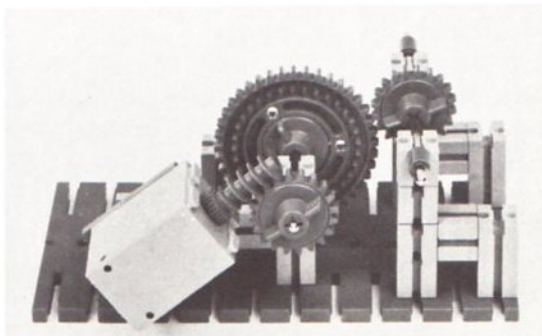


Abb. 6 Hier dienen Zahnräder zur Übertragung der Bewegung von Antrieb auf Abtrieb

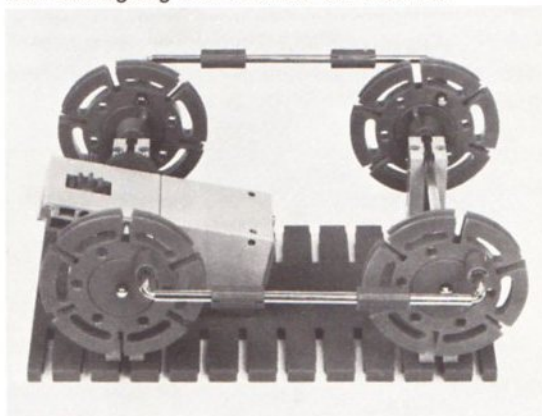


Abb. 7 Hier wird die Bewegung durch exzentrisch gelagerte Stangen übertragen

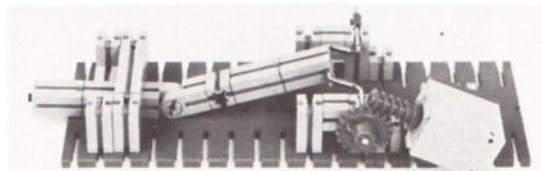


Abb. 8 Mit Hilfe der Kurbelwelle wird die Drehbewegung in eine Hin- und Herbewegung umgewandelt



Abb. 9 Wasserrad und Daumenwelle zum Antrieb eines Schwanzhammers, Holzschnitt aus Spechtshart 1488

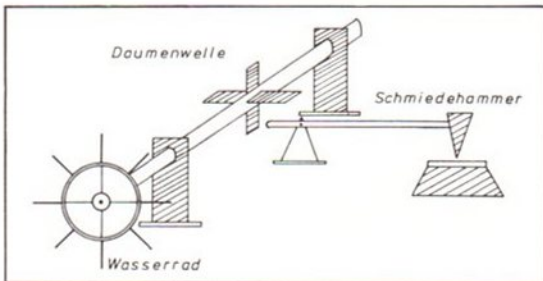


Abb. 10 Skizze der in Abb. 9 gezeigten historischen Maschine

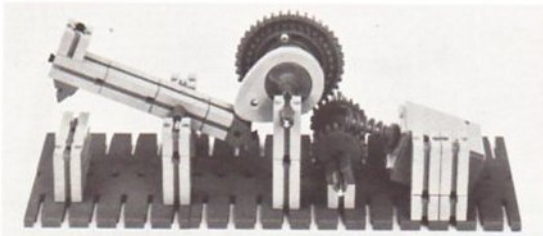


Abb. 11 Funktionsmodell eines Hammerwerks

Jeder Daumen drückt – entsprechend der Drehung der Welle – jeweils den kurzen Hebelarm der Wippe nieder, hebt damit den langen Hebelarm (mit dem Hammer) bis zu seiner optimalen Höhe und läßt ihn fallen.

Es handelt sich bei dieser Schmiedeanlage also um ein technisches System, bestehend aus einem Wasserrad (Antriebsteil), einer Daumenwelle (Übertragungsteil) und einem Schmiedehammer (Arbeitsteil).

Wir machten uns den Funktionszusammenhang der Teile dieses Systems an einer Faustskizze (Tafelanschrift, Arbeitshefteintrag) klar (Abb. 10).

Wir definierten die drei Teile des Systems: Das Wasserrad ist eine „zusammengesetzte Maschine“ aus einem Rad mit einer größeren Anzahl kleiner Hebel („Schaufeln“); die Daumenwelle ist ebenfalls eine „zusammengesetzte Maschine“ aus einer Welle in Verbindung mit einer kleinen Zahl kleiner Hebel (Daumen = Nocken); der Schwanzhammer ist eine Wippe, die ja bereits in der Anfangssituation zu dieser Lernsequenz als zusammengesetzte Maschine erkannt wurde.

6. Lernschritt IV, entsprechend Lernziel 5

Was nach dem Vorangegangenen nicht anders zu erwarten war, trat ein: Die meisten Schüler, etwa 12, bauten das Modell eines Schmiedehammers, der durch eine Nockenwelle angetrieben wird. Die einzelnen Modelle unterschieden sich eigentlich nur im Übertragungsteil: Es gab recht originelle Lösungen für die Nockenwelle. Die beste Schülerarbeit aus der Gruppe der Hammermodelle zeigt die Abb. 11.

Etwa 5 Schüler griffen auf die bei der Analyse eines Mixers gemachten Erfahrungen (Lernschritt II, entsprechend FZ₃) zurück. Sie bauten als Arbeitsteil ein Rührwerk. Für den Übertragungsteil wählten drei Schüler ein Zugmittelgetriebe, zwei wählten eine Zahnradübersetzung ins Schnelle. Eine reife Schülerleistung aus dieser Gruppe zeigt Abb. 12.

Die m. E. originellsten Lösungen waren: das Modell einer Stanze, vgl. Abb. 13, und das Modell eines Ventilators, vgl. Abb. 14.

Was beim Ventilator-Modell als besondere Leistung hervorgehoben werden muß, ist die Tatsache, daß „sein Erfinder“ die Propellerblätter mit Hilfe von Winkelbausteinen schräg stellte. Nach dem Grund befragt, gab er an:

„Ich hatte die Blätter zuerst gerade angebracht. Da merkte ich beim Ausprobieren, daß der Ventilator zur Seite hin Wind machte. Da das nicht stimmt, suchte ich nach einer Lösung, bei welcher der Luftzug richtig läuft.“

7. Zusammenfassung

Mit dem Bau der Modellmaschinen war die Lernsequenz als solche abgeschlossen. Im Interesse der Lernzielkontrolle wurde im Lehrer-Schüler-Gespräch und unter Zuhilfenahme der Arbeitshefte der theoretische Hintergrund (elementare Bauteile, einfache Maschinen, zusammengesetzte Maschinen, die Arbeitsmaschine als technisches System) rekapituliert. Erkenntnislücken wurden geschlossen, die Hefteinträge mußten teilweise korrigiert und ergänzt werden.

Curriculares Ergebnis:

Der Schüler hat erkannt, daß jede Arbeitsmaschine aus drei wesentlichen Teilen besteht, nämlich aus einem Antriebsteil, einem Übertragungsteil und einem Arbeitsteil,

daß die Arbeitsmaschinen angetrieben werden können durch

Muskelkraft (Mensch, Tier), Naturkräfte (z. B. Wasserkraft) und Elektromotoren (früher Dampfmaschinen),

daß für die Übertragung vorwiegend Zugmittel, Zahnradgetriebe bzw. Schubgestänge verwendet werden.

Der Schüler hat gelernt,

Arbeitsmaschinen zu analysieren, die Ebene der technischen Wirklichkeit in die Modellebene und diese in jene umzusetzen, mit Hilfe der technischen Baukästen fischertechnik u-t 1 und u-t 2 Übertragungs- und Arbeitsteile nachzuerfinden und unter Verwendung des fischertechnik-Elektromotors zu sinnvollen und funktionstüchtigen Modellmaschinen zusammenzubauen.

Der Schüler hat eingesehen,

daß der Mensch vom Altertum bis zur Neuzeit die einfachen klassischen Maschinen über zusammengesetzte Maschinen bis zu technischen Systemen entwickelte,

daß hierbei der Weg von der Handarbeit bis hin zur Automation führte und

daß bestimmte elementare Bauteile im Maschinenbau immer wiederkehren und in ihrer Funktionstüchtigkeit ständig verbessert wurden.

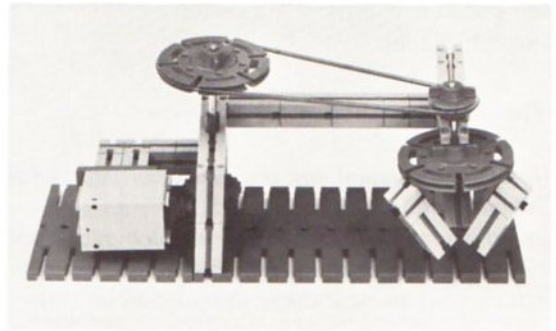


Abb. 12 Funktionsmodell einer Arbeitsmaschine, hier mit einem Rührwerk als Arbeitsteil

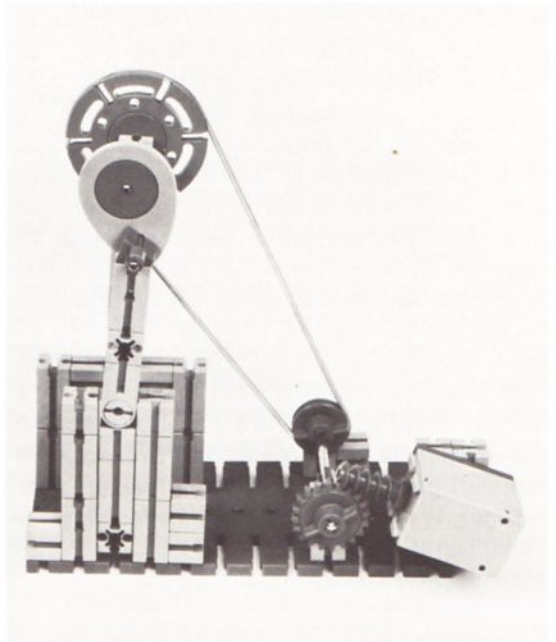


Abb. 13 Funktionsmodell einer Stanze

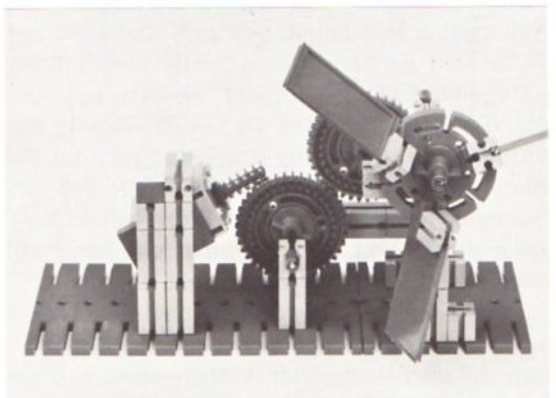


Abb. 14 Funktionsmodell eines Ventilators

Vierradlenkung

*Unterrichtsbeispiel für die Orientierungsstufe/
Sekundarstufe I (5. Schuljahr)*

Bei diesem Beitrag handelt es sich nicht um ein Unterrichtsbeispiel im üblichen Sinne. Die Autoren haben zwar diese Lerneinheit im Unterricht erprobt, die Darstellungsform geht jedoch über den reinen Bericht hinaus. So wurde zusätzlich ein Abschnitt „Technische Information“ eingefügt. Die Erfahrungen im Unterricht sind eingearbeitet in die verschiedenen Abschnitte (z. B. Versuche zur Gewinnung des Konstruktionsproblems, in die Beschreibung der Prüfsituation, in die Formulierung der Vermittlungshilfen und der Beobachtungsrichtungen, in die Hinweise zur Unterrichtsorganisation und in die Modellbeispiele). Die Konstruktionsbeispiele sind nicht immer Schülerarbeiten. Sie sind dazu gedacht, dem Leser Hinweise für mögliche Konstruktionen auf der Modellebene zu geben. Keinesfalls sollen sie als Vorlagen für die Schüler dienen.

Bevor die Schüler die im folgenden beschriebene Aufgabe lösen können, müssen sie Erfahrungen bei der Konstruktion von lenkbaren, vierrädrigen Wagen (Wagen mit Drehschemellenkung) gesammelt haben (vgl. hierzu: „Vier-rädriger Wagen mit Drehschemellenkung“ in Handbuch II, Seite 33–38).

Arbeitsmittel: Lernbaukästen u-t 1

1. Lernziele

1.1 Die Schüler sollen durch Fahrversuche mit Fahrzeugmodellen mit lenkbaren Vorder- und Hinterachse feststellen, daß zum Kurvenfahren Räder und Achsen in eine bestimmte Stellung („Gegenstellung“) gebracht werden müssen, und daraus folgern, daß die Lenkbewegung der Vorderachse durch eine Vorrichtung so auf die Hinterräder übertragen werden muß, daß die Gegenstellung erreicht wird. Diese Vorrichtung kann durch eine Koppel, durch ein Zugmittel oder durch Zahnräder dargestellt werden.

1.2 Die Schüler sollen durch Konstruktionsversuche, ausgehend von einem vierrädrigen Wagen mit zwei lenkbaren Achsen, eine Vorrichtung finden, die eine funktionstüchtige und zweckmäßige Verbindung der beiden lenkbaren

Achsen herstellt. Sie sollen sie dann in Erprobungsversuchen durch Beobachten der Räder von unzweckmäßigen und funktionsuntüchtigen unterscheiden lernen. Funktionstüchtig heißt hier, daß auch bei beladenen Modellen die Lenkbewegung der Vorderachse auf die Hinterachse übertragen wird. Zweckmäßig heißt hier, daß die Hinterachse in eine solche Gegenstellung gebracht wird, daß die kurveninneren Räder und die kurvenäußeren Räder jeweils auf den gleichen Kreisbögen rollen.

1.3 Die Schüler sollen durch Analysieren der Modelle das Konstruktionsprinzip der Allradlenkung erfassen und mit Hilfe von Skizzen etwa so darstellen können:

Damit die Vorder- und Hinterräder auch beim Durchfahren von Kurven auf ein und derselben Spur rollen, müssen bei einer Allradlenkung die Achsen so stehen, daß sich ihre Verlängerungen im Krümmungsmittelpunkt der Kreisbögen schneiden. Dies ist dann der Fall, wenn der Einschlagswinkel der Hinterachse in jedem Fall dem mit der Deichsel eingestellten Einschlagswinkel der Vorderachse entspricht.

Die geforderte Bewegung der beiden Achsen wird dann erreicht, wenn das Mittel zur Kraftübertragung die Verbindungslinie der Drehpunkte (Strecke AA' , Abb. 15) kreuzt und die Ansatzstellen der Koppel jeweils gleichweit von den Drehpunkten entfernt sind (Strecke $AB = A'B'$, Abb. 13). Bei Zahnradübertragung muß das Getriebe mit einem Übersetzungsverhältnis 1:1 bei Umkehr der Drehrichtung ausgelegt werden.

Die Schüler können die Erklärungen auch durch Anfertigen von beschrifteten Skizzen vornehmen.

Verwendung einer Koppel
(Vgl. Abb. 13)

A und A': Drehpunkte der Achsen

B und B': Ansatzstellen der Koppel oder des Zugmittels

AB und A'B' gleich lang

Zahnrad- oder Zugmittelübertragung
(Vgl. Abb. 34 und 37)

Übersetzungsverhältnis 1:1

Drehrichtung umkehrend

1.4 Bei Fahrversuchen sollen die Schüler die folgenden Merkmale des Fahrverhaltens von

Fahrzeugen mit Allradlenkung im Vergleich mit Vorderradlenkung darstellen und beschreiben können.

1. Beim Durchfahren von engen Kurven muß das Vorderteil des Fahrzeugs mit Vorderradlenkung weit ausholen, damit die Hinterräder nicht über den Fahrbahnrand hinausgeraten.

2. Bei gleichem Lenkungseinschlag beschreibt das Fahrzeug mit Allradlenkung einen kleineren Wendekreis als das Fahrzeug mit Vorderradlenkung.

3. Fahrzeuge mit Allradlenkung sind kippstärker als Fahrzeuge mit Vorderradlenkung, weil die von den Berührungspunkten der Räder am Boden gebildete Fläche größer ist. Dies ist der Fall, weil Fahrzeuge mit Allradlenkung bei gleicher Spur und gleichem Radstand zum Durchfahren von Kurven einen kleineren Einschlagwinkel benötigen als Fahrzeuge mit Vorderradlenkung.

4. Fahrzeuge mit Allradlenkung können beim Rückwärtseinparken nicht bis zum Fahrbahnrand heranfahren, ohne daß sie über den Bordstein fahren.

1.5 Die Schüler sollen Fahrzeuge mit Allradlenkung nennen und ihre Anwendungsmöglichkeiten beschreiben können. Sie sollen Verkehrssituationen nennen, in denen die Allradlenkung vorteilhaft ist, und solche, in denen die Allradlenkung nachteilig ist.

2. Technische Information

Bei Fahrzeugen mit zwei oder mehr Achsen unterscheidet man drei Anordnungen der gelenkten Achsen: Vorderradlenkung, Hinterradlenkung und Allradlenkung.

Die Vorderradlenkung ist die gebräuchlichste Form der Fahrzeuglenkung. Fast alle Kraftwagen werden mit der Vorderachse gelenkt. Da beim Vorwärtsfahren die Vorderräder in einer Kurve den größten Kreisbogen beschreiben, hat der Fahrer die beste Übersicht über das Verhalten der kurvenäußeren Vorderkante des Fahrzeugs.

Beim Umfahren von Hindernissen ist allerdings zu berücksichtigen, daß die kurveninnere Hinterkante den kleinsten Kreisbogen beschreibt, so daß sie sich dem Hindernis mehr nähert als die kurveninnere Vorderkante (Abb. 2).

Weniger gebräuchlich ist die Hinterradlenkung, wie sie z. B. bei Mähdreschern oder Gabelstaplern zu finden ist. Sie macht ein Fahrzeug bei

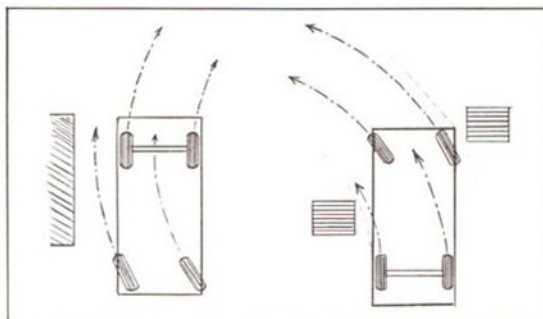


Abb. 1
Hinterradlenkung

Abb. 2
Vorderradlenkung

Vorwärtsfahrt wesentlich wendiger als die Vorderradlenkung. Beim Kurvenfahren beschreibt hier allerdings die kurvenäußere Hinterkante den größten Kreisbogen, so daß der Fahrer keine gute Übersicht über das Verhalten des Fahrzeugs hat (Abb. 2).

Die Hinterradlenkung eignet sich nicht für Fahrzeuge, die eine hohe Geschwindigkeit erreichen, weil das Heck bei geringfügigen Lenkbewegungen leicht zum seitlichen Ausbrechen neigt.

Kraftfahrer machen sich beim Einparken den Vorteil der Wendigkeit einer Hinterradlenkung zunutze, indem sie ihr Fahrzeug rückwärts in eine Parklücke lenken (Abb. 3a). So kann ein Wagen nahe am Bordstein abgestellt werden, ohne daß der Bordstein wie beim Vorwärtseinparken überrollt wird (Abb. 3b).

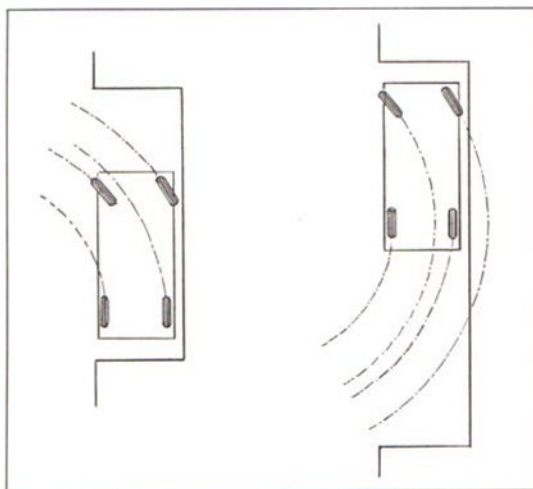


Abb. 3a

Abb. 3b

Eine Allradlenkung bei einem Fahrzeug liegt dann vor, wenn sowohl die Vorderräder als auch die Hinterräder gelenkt werden können. Ein derart lenkbares Fahrzeug kann einen sehr kleinen Wendekreis beschreiben.

Allradlenkung findet man außer bei sehr wendigen Geländefahrzeugen meist bei besonders langen Straßenfahrzeugen, wie z. B. bei Langholzfahrzeugen. Durch eine geeignete Konstruktion der Hinterradlenkung erreicht man, daß die Hinterräder in der Spur der Vorderräder rollen und so das Fahrzeug ohne Schwierigkeiten dem Verlauf einer engen Straßenkurve folgen kann (Abb. 4). Der vordere Teil des Fahrzeugs braucht beim Kurvenfahren nicht weit über die Gegenfahrbahn hinaus gelenkt werden, um zu verhindern, daß die Hinterräder außerhalb des Fahrbahnrandes rollen, wie dies z. B. bei langen Fahrzeugen ohne Hinterradlenkung (z. B. Omnibussen) zu beobachten ist (Abb. 5).

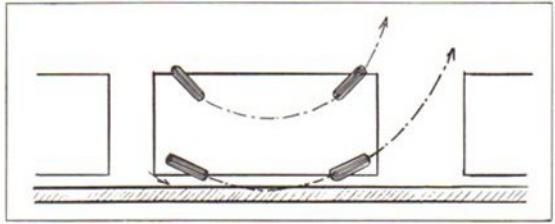


Abb. 6

3. Anfangssituation

Fahrzeuge müssen im Verkehr um Hindernisse herum und durch Kurven fahren können. Deshalb werden Fahrzeuge mit Lenkung gebaut. Als Modelle für solche Fahrzeuge mit Lenkung hat Ihr Wagen und Drehschemellenkung konstruiert. Mit Hilfe der Deichsel konnte hier die Vorderachse in die jeweils gewünschte Richtung eingestellt werden. Bei besonders langen Fahrzeugen, z. B. Langholzfahrzeugen, Sattelschleppern für den Transport von langen Eisenstäben und -trägern, sieht man manchmal den Hinweis: „Vorsicht! Anhänger schwenkt aus!“ Bei solchen Fahrzeugen ist dann oft nicht nur die Vorderachse lenkbar, sondern auch die Hinterachse. Es gibt also Fahrzeuge, bei denen nur die Vorderachse lenkbar ist, und Fahrzeuge, bei denen die Vorder- und die Hinterachse lenkbar sind. Sicher habt Ihr schon den Ausdruck „Vierrad- oder Allradlenkung“ gehört. Darunter versteht man, daß bei einem Fahrzeug Vorder- und Hinterachse lenkbar sind. Welche Vorteile ein Fahrzeug mit Allradlenkung hat, wollen wir durch einige Versuche feststellen. Dazu müssen wir zunächst Wagen bauen, bei denen Vorder- und Hinterachse lenkbar sind. Es scheint leicht zu sein, solche Fahrzeuge zu bauen. Wer einen Drehschemel an der Vorderachse zu bauen versteht, kann ihn auch an der Hinterachse konstruieren. Ganz so leicht ist die Konstruktion der Vierradlenkung jedoch nicht. Ihr werdet beim Kurvenfahren auf ein interessantes technisches Problem stoßen. Mal sehen, ob Ihr es entdeckt und ob Ihr es lösen könnt.

Arbeitsauftrag

Die Vorteile einer Vierradlenkung könnt Ihr besonders deutlich an langen Fahrzeugen erkennen. Baut deshalb eine Art Langholzfahrzeug, bei dem die Vorderachse und Hinterachse lenkbar sind. Der Radstand (vgl. Abb. 9) soll mindestens 18 cm betragen. Für den Wagenboden müßt Ihr die große und die kleine Grundplatte verwenden.

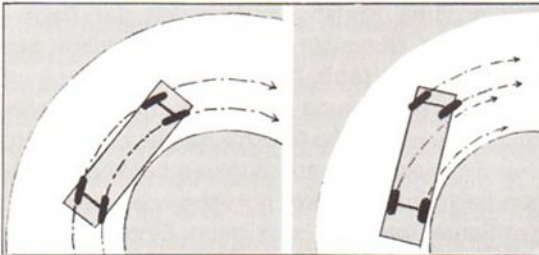


Abb. 4

Abb. 5

So wenig ein sehr langes Fahrzeug ohne Allradlenkung schmale Straßen mit engen Kurven befahren könnte, so wenig könnte es andererseits auf geraden Strecken mit großer Geschwindigkeit einwandfrei geradeaus fahren. Eine Allradlenkung läßt keine stabile Geradeausfahrt zu. Deshalb wird in diesem Fall die Hinterradlenkung blockiert und das Fahrzeug nur mit den Vorderrädern gelenkt.

Zwar ergibt sich bei Fahrzeugen mit Allradlenkung ein sehr kleiner Wendekreis, aber dennoch ließe sich ein solches Fahrzeug beim Einparken oder beim Ausfahren aus einer Parklücke schlecht manövrieren (Abb. 6).

Würde es z. B. an einer Hauswand abgestellt und könnte es später wegen vor und hinter ihm abgestellter Fahrzeuge nicht geradeaus vom Abstellplatz wegfahren, so wäre es unmöglich, mit einer Allradlenkung seitlich aus der Parklücke auszufahren. Fahren nämlich in einem solchen Fall die Vorderräder von der Hauswand weg, so rollen die Hinterräder auf die Wand zu.¹

¹ Zur Kippsicherheit vgl. die Abschnitte 3.3.2.2 „Zur Standicherheit des dreirädrigen Wagens“ und 3.7.2.6 „Standicherheit des Krans“, in: Technische Elementarbildung in der Primarstufe, Handbuch II zum fischertechnik-Schulprogramm.

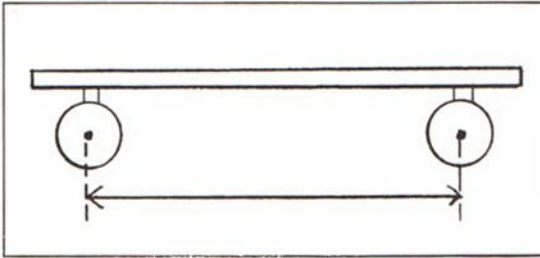


Abb. 7

Versuch I: Entdecken des Konstruktionsproblems
Die Schüler führen ihr Modell um ein Heft, Baukasten oder Baukastendeckel herum; der gegenüberliegende Fahrbahnrand ist durch ein zweites Heft angegeben. Die Vorderachse soll mit Hilfe der Deichsel gelenkt werden, die Hinterachse wird beobachtet (Abb. 8).

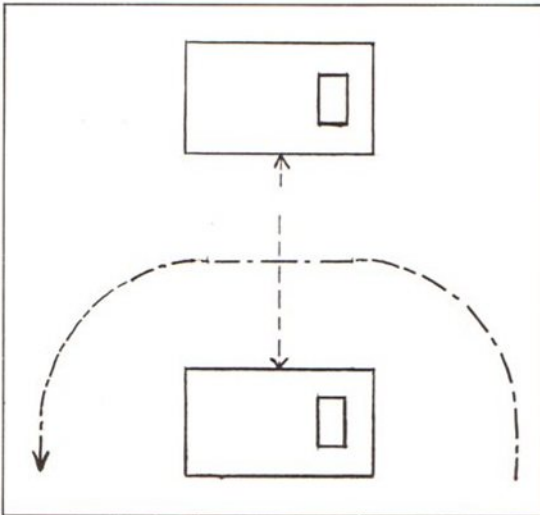


Abb. 8

Beobachtungsrichtungen

1. Bleiben die Räder im Bereich der Fahrbahn (Fahrbahnhälfte)?
2. Folgen die Hinterräder der Spur der Vorderräder?

Weiterführende Fragestellung als Folgerung aus der Beobachtung: (Diese Fragestellung wird entweder gesetzt oder im Unterrichtsgespräch entwickelt.)

Wie müssen die Hinterräder im Vergleich zu den Vorderrädern gestellt und wie müssen entsprechend die Achsen gestellt sein, damit das Fahrzeug um die Kurve fahren kann, ohne die Fahrbahn zu verlassen?

Vermittlungshilfe: Wie kann man die richtige Achsenstellung durch Probieren finden? Ver-

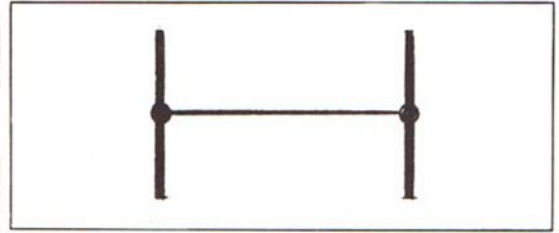


Abb. 9

such: Die Schüler sollen den Wagen an der Deichsel durch die Kurve führen und mit der anderen Hand die Hinterachse so stellen, daß die Hinterräder ungefähr auf der Spur der Vorderräder laufen. Eine Spur kann als Kreisbogen auf Packpapier vorgegeben werden. Dieser Versuch kann auch in Partnerschaft durchgeführt werden.

Die Schüler sollen die beobachteten Achsen- und Radstellungen aufzeichnen.

Vermittlungshilfe bei der Darstellung: Mit einfachen Strichen kann die Achsenstellung für die Geradeausfahrt an der Tafel skizziert werden (Abb. 9).

Kontrolle: Die Schüler sollen aus vier vorgegebenen Skizzen die heraussuchen, die die richtige Achsenstellung wiedergibt (Abb. 10).

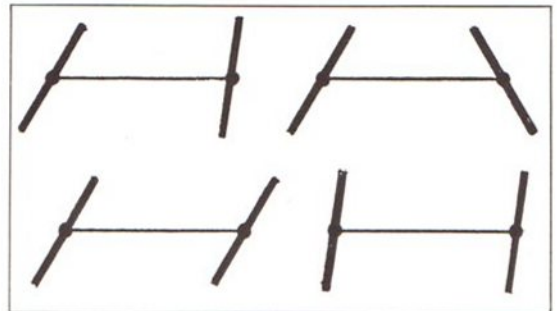


Abb. 10

Feststellung: Damit z. B. ein Langholzfahrzeug einwandfrei durch die Kurve fahren kann, müssen sich die Vorderachse und die Hinterachse in entgegengesetzte Richtung einstellen. Die Vorder- und die Hinterachse stehen dabei so, daß sich ihre Verlängerungen schneiden (vgl. Abb. 11).

Wird die Vorderachse in die gewünschte Fahrtrichtung eingestellt, dann stellt sich die Hinterachse nicht von selbst in die zum Kurvenfahren notwendige „Gegenstellung“ ein.

Die Verlängerungen der Achsen schneiden sich im Mittelpunkt des Krümmungskreises der Kurve.

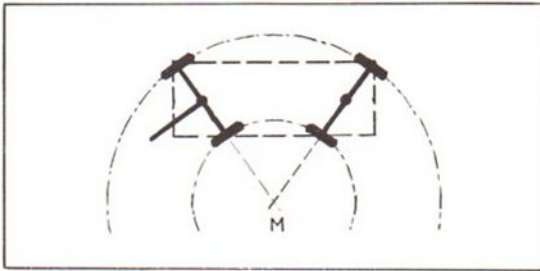
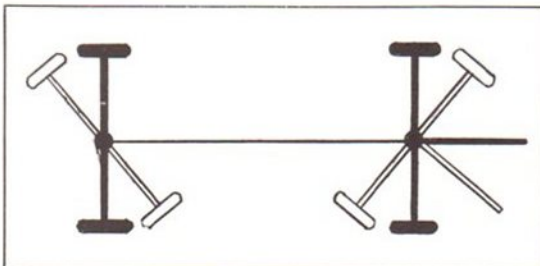


Abb. 11

Formuliertes Konstruktionsproblem: Das Konstruktionsproblem besteht darin, daß eine Vorrichtung eingebaut werden muß, die die Lenkbewegung der Vorderachse so auf die Hinterachse überträgt, daß die richtige Gegenstellung erreicht wird (vgl. Abb. 12).



Bewegung der Hinterachse in die Gegenstellung

Lenkbewegung der Vorderachse

Abb. 12

Arbeitsauftrag: Versucht bitte, in Eure Modelle eine Vorrichtung einzubauen, durch die beim Bewegen der Vorderachse die Hinterachse in die entsprechende Gegenstellung mitbewegt wird.

4. Für die Prüfsituation

4.1 Überprüfung der Bewegungsübertragung

Die Überprüfung erfolgt am umgedrehten Modell, die Räder und die Übertragungsmechanik zeigen nach oben. Die Deichsel wird nach links und rechts bewegt, die Bewegung der Hinterachse wird beobachtet.

Beobachtungsrichtungen

1. Ist ein Bewegungsspiel möglich, wie es im Arbeitsauftrag verlangt worden war?
2. Stimmt der Bewegungsablauf mit der Skizze (Abb. 12) überein? (Gegenbewegung der Hinterachse.)

3. Lassen sich die Räder unabhängig voneinander drehen? (Vgl. Handbuch II und Arbeitskarten zur Technischen Bildung Serie A Satz II.)
4. Lassen sich die Achsen zur Geradeausfahrt in eine Parallelstellung bringen?
5. Spricht die Hinterachse auf eine Bewegung der Vorderachse sofort an?

Vermittlungshilfe 1

Für Schüler, die spontan keine Lösung für die Verbindung der Achse finden: Die Schüler werden aufgefordert, die Achsen aus der Parallelstellung für die Geradeausfahrt in die Gegenstellung zu bewegen und zu überlegen: Wie können die beiden Achsen miteinander verbunden werden, so daß sie diese Gegenbewegung ausführen? Eventuell können sie auf verwendbare Bauelemente, z. B. auf Winkelachse, Achskupplung und Achse oder auf Treibfeder und Zugseile, aufmerksam gemacht werden.

Erklärung der Lenkgeometrie

Die entsprechende Gegenbewegung der Hinterachse wird erreicht, wenn

1. die Entfernungen AB und A'B' gleich groß sind – die Entfernungen der Ansatzstellen der Koppel (B bzw. B') von den Drehpunkten der Achsen (A bzw. A') gleich groß sind,
2. zum Einbau der Koppel die Achsen so parallel gestellt werden, daß eine Geradeausfahrt möglich wäre (vgl. Abb. 13), und
3. die Koppel die Verbindungslinie der Drehpunkte (A und A') kreuzt.

4.2 Überprüfung am bewegten, beladenen Fahrzeug

Die Prüfstrecke kann aus zwei Heften, die in einem Abstand von etwa 30 cm auf dem Tisch liegen, aufgebaut werden (vgl. Abb. 14). Um

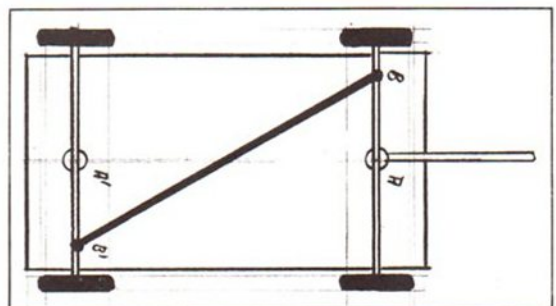


Abb. 13

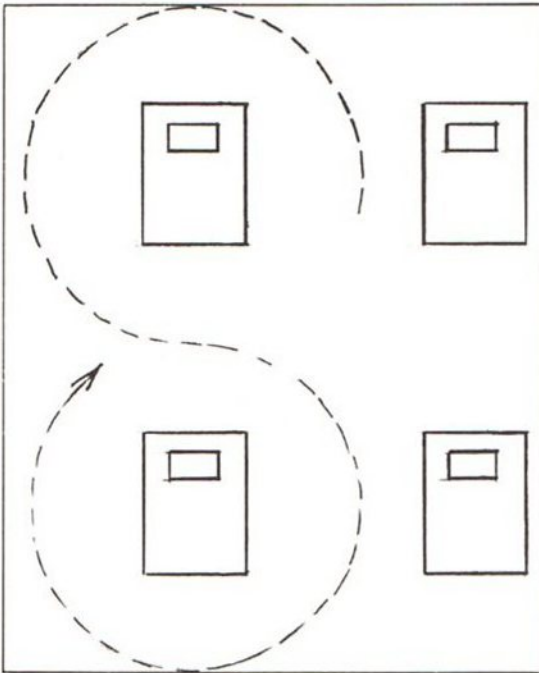


Abb. 14

diese Hefte kann eine „8“ oder ein „S“ gefahren werden. Zum Beladen des Wagens können u. a. Wägestücke verwendet werden.

Beobachtungsrichtungen

1. Rollen die Hinterräder auf der Spur der Vorderräder? Ist dies sowohl bei den kurvenäußeren als auch bei den kurveninneren Rädern der Fall? (Vgl. Abb. 15)
2. Läßt sich die Bewegung der Vorderachse mit Hilfe eines Zugmittels (z. B. Treibfeder) auch beim beladenen Fahrzeug einwandfrei übertragen? (D. h., ist ein ausreichender Kraftschluß zwischen den Drehschemeln und dem Zugmittel vorhanden?)
3. Ist eine einwandfreie Geradeausfahrt möglich?

Vorschläge zur Verbesserung der Beobachtungsmöglichkeiten

Die Beobachtungsmöglichkeiten werden verbessert, wenn die Radspuren sichtbar gemacht werden. Auch kann ein Kreisbogen mit einem Zirkel (Radius 25 cm) auf Packpapier aufgezeichnet werden. Diesem Kreisbogen soll dann zunächst mit den kurveninneren und dann mit den kurvenäußeren Rädern nachgefahren werden (Abb. 15).

Vermittlungshilfe 2 (für Schüler, die eine falsche Lösung für die Verbindung der Achsen konstru-

iert haben): Die Gegenbewegung wird durch das Kreuzen der Koppel mit der Verbindungslinie der Drehpunkte erreicht. Dies ist die Grundvoraussetzung für das Gelingen der Konstruktion. Finden einzelne Schüler diese Lösung nicht, so können folgende Hilfen angeboten werden: Der Lehrer stellt ein vorbereitetes Modell zur Verfügung, bei dem sich die Koppel in ihrer Länge leicht verändern läßt und an dem die Ansatzstellen der Koppel an den Achsen sich schnell verschieben lassen.

Fragestellung (Allein-, Partner- oder Kleingruppenarbeit): Welche verschiedenen Stellungen der Koppel zur Vorderachse und zur Hinterachse gibt es? Versucht verschiedene Stellungen zu finden und beobachtet, in welcher Richtung die Hinterachse sich bewegt, wenn die Vorderachse bewegt wird (Parallel- oder Gegenbewegung). Der Hinweis – versucht es einmal so, daß die Koppel die Verbindungslinie der beiden Drehpunkte der Achse kreuzt – sollte erst dann gegeben werden, wenn nach längerem Probieren diese Stellung nicht gefunden wurde.

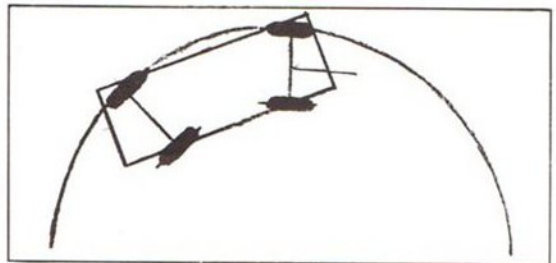


Abb. 15

4.2 Feststellen der Vor- und Nachteile der Fahrzeuge mit Allradlenkung im Vergleich zu Fahrzeugen mit Vorderradlenkung.

Hinweise zur Unterrichtsorganisation

Die Vor- und Nachteile von Fahrzeugen mit Allradlenkung im Vergleich zu Fahrzeugen mit Vorderradlenkung lassen sich beim Überprüfen nach folgenden Gesichtspunkten feststellen:

1. Kurvenfahren auf vorgegebener Fahrbahn
2. Kurvenfahren auf vorgegebener Fahrspur
3. Kippsicherheit beim Kurvenfahren
4. Rückwärtsfahren
5. Fahren in eine Parklücke

Versuch I: Kurvenfahren auf vorgegebener Fahrbahn

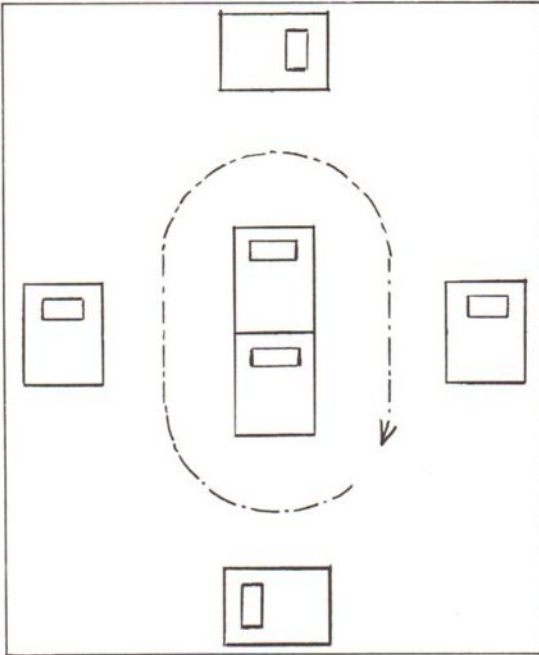


Abb. 16: Prüfstrecke

Auftrag: Versucht, die beiden Fahrzeuge, die wir vergleichen wollen, um die beiden Hefte zu fahren (Abb. 16).

Vorschlag für eine zweite Prüfstrecke; Spitzkehre, die durch zwei Bleistifte oder durch 2 Lineale und Hefte gebildet wird (Abb. 17).

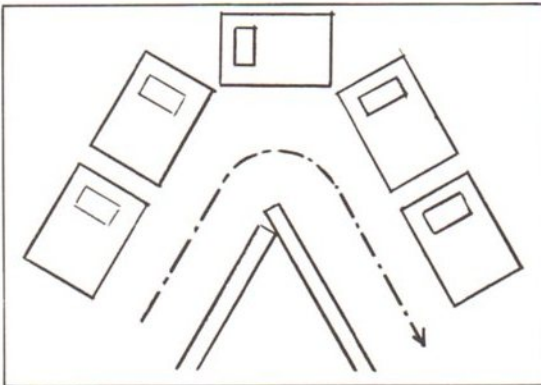


Abb. 17

Beobachtungsrichtungen

1. Wie verhält sich der vordere Wagenteil der beiden Wagen mit den unterschiedlichen Lenksystemen beim Kurvenfahren?
2. Bei welchem Lenksystem können die Fahrzeuge besser in ihrer Fahrbahnhälfte bleiben, damit der Gegenverkehr nicht behindert wird (Versuch mit Gegenverkehr)?

Feststellung

Bei Wagen mit Vorderradlenkung muß der vordere Wagenteil sehr weit ausholen, damit der hintere Wagenteil noch durch die Kurve kommt, ohne den Fahrbahnrand zu berühren. Bei Wagen mit Allradlenkung ist das nicht der Fall.

Versuch II: Kurvenfahren auf vorgegebener Fahrspur

Prüfstrecke: Vgl. Abb. 15

Auftrag: Die Fahrzeuge sollen so geführt werden, daß das hintere kurveninnere Rad auf dem Kreisbogen rollt.

Beobachtungsrichtung

Wie laufen die Vorderräder, wenn das hintere kurveninnere Rad auf der Spur bleiben soll? Sind Unterschiede zwischen den Fahrzeugen mit den unterschiedlichen Lenksystemen zu beobachten? Dieser Versuch kann so wiederholt werden, daß das vordere kurveninnere Rad auf der Spur rollen soll. Beobachtet wird dann das hintere kurveninnere Rad.

Feststellung

In der Praxis entscheidet das Verhalten des hinteren kurveninneren Rades darüber, ob das Kurvenfahren gelingt. Bei Fahrzeugen mit Allradlenkung rollt das hintere Rad auf der Spur des Vorderrades, es gerät nicht über den Fahrbahnrand hinaus.

Versuch III

Kippsicherheit beim Kurvenfahren

Fragestellung: Welche Fahrzeugart ist beim Kurvenfahren kippsicherer? Wie könnt Ihr das feststellen?

Vorgeschlagene Prüfstrecke: Rechtwinklig abbiegen (Abb. 18).

Damit der Vergleich der Einschlagswinkel besser durchgeführt werden kann, ist zu empfehlen, zu jedem Fahrzeug eine gesonderte Prüfstrecke anzulegen.

Vermittlungshilfen und Beobachtungsrichtungen
Beobachtungsrichtung

Bei welchem Fahrzeug ist der Einschlagswinkel der Vorderachse beim Kurvenfahren größer (vgl. Abb. 19)?

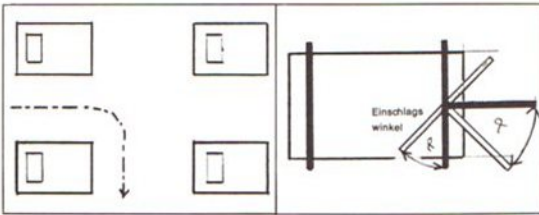


Abb. 18

Abb. 19

Vermittlungshilfe

Finden der Stelle beim Kurvenfahren, an der der Einschlagswinkel am größten ist, und dort anhalten, ohne den Einschlagswinkel zu verändern, zunächst für das Fahrzeug mit Vorderradlenkung auf der einen Prüfstrecke, dann für das Fahrzeug mit Allradlenkung auf der zweiten Prüfstrecke.

Belastungsversuche durch Aufstellen von Wägestücken oder durch Drücken mit der Hand jeweils nacheinander an den vier Ecken.

Beobachtungsrichtung

Welcher Wagen kippt leichter?

Erklärung für die unterschiedliche Kippsicherheit:

1. Vergleich der Einschlagswinkel: Welcher ist größer?
2. Welche Fläche bilden die Verbindungslinien der vier Räder?

Vergleich nach Form und Größe auch im Verhältnis zum Wagenboden.

Versuch IV Fahren in eine Parklücke

Fragestellung

Wie groß muß eine Lücke sein, damit die Fahrzeuge gerade noch einparken können? Gibt es auffallende Unterschiede zwischen den beiden Fahrzeugarten?

Prüfstrecke

z. B. Lineal als „Bordstein“, auf Postkartengröße gefaltete Heftblätter als „abgestellte Fahrzeuge“ (vgl. Abb. 20) oder Tischkante als Begrenzung der Fahrbahn



Abb. 20

Auftrag

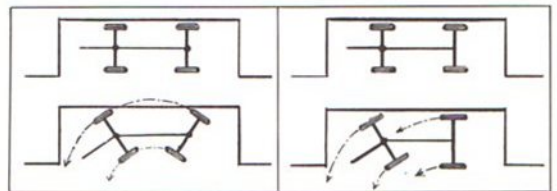
Versucht die beiden Fahrzeugarten nacheinander einzuparken. Beim Vorgang des Parkens dürfen die Begrenzungen nicht berührt werden. Das Fahrzeug soll jeweils möglichst nahe an dem Bordstein abgestellt werden, damit der fließende Verkehr möglichst wenig behindert wird. Beachtet, daß das Rückwärtseinparken für Fahrzeuge mit Vorderradlenkung am zweckmäßigsten ist. Auf diese Weise kann man noch in eine vergleichsweise kleine Lücke einparken. Versucht es mit jedem der beiden Fahrzeuge, bis Ihr die kleinste mögliche Parklücke gefunden habt. Fahrt dabei nach jedem Einparken auch wieder in den „rollenden Verkehr“.

Beobachtungsrichtungen

1. Welches Fahrzeug läßt sich auch bei vergleichsweise kleiner Lücke noch bis unmittelbar an den Bordstein fahren?
2. Lassen sich die beiden Fahrzeugarten beim Rückwärtsfahren gleich sicher lenken?

Feststellung

Fahrzeuge mit Allradlenkung brauchen zum Einparken verhältnismäßig große Lücken, es sei denn, sie fahren über den Bordstein. Durch die Verbindung der Achsen wird die Hinterachse immer in eine Gegenstellung zur Vorderachse gebracht, deshalb fahren beim Einparken die Hinterräder vom Bordstein weg, wenn die Vorderräder zum Bordstein hin fahren. Beim Fahren aus der Parklücke fahren die Hinterräder zum Bordstein hin, wenn die Vorderräder vom Bordstein wegfahren (vgl. Abb. 21). Bei Wagen mit Vorderradlenkung ist dies nicht der Fall (vgl. Abb. 22).



Die Hinterachse stellt sich beim Einschlagen der Vorderachse sofort in die Gegenstellung. Die Spur der Hinterräder führt über den Bordstein. Ähnliches gilt für das Einparken.

Abb. 21

Trotz Einschlagen der Vorderachse bleibt die Hinterachse zunächst auf Geradeausfahrt. Sie wird erst durch den Wagenboden allmählich in die neue Fahrtrichtung gezogen.

Abb. 22

5. Hinweise zur Unterrichtsorganisation

5.1 Hinweise zum Planungsgespräch

Für die Versuche zu 4.2, „Feststellen der Vor- und Nachteile der beiden Lenkungsarten (Allradlenkung, Vorderradlenkung)“ müssen die Schüler einige Fahrzeuge mit Allradlenkung zu Fahrzeugen mit Vorderradlenkung umbauen. Untersuchungen werden am besten in Partnerschaft oder in Kleingruppenarbeit durchgeführt.

Die hier beschriebenen Versuche, Fragestellungen zu den Versuchen, Prüfstrecken, Beobachtungsrichtungen können selbstverständlich auch in einem Planungsgespräch in modifizierter Form entwickelt werden. Die leitenden Fragestellungen des Gesprächs können sein:

1. Worin liegen nach Eurer Meinung die Vorteile der Allradlenkung im Vergleich zur Vorderrad-

lenkung? (Die Schüler sollen hierzu ihre Auffassung vortragen und an dem Fahrverhalten der Modelle begründen.)

2. Hat die Allradlenkung auch Nachteile?

3. Wie können wir überprüfen, ob die Vermutungen über Vor- und Nachteile richtig sind? (Prüfstrecken und Beobachtungsrichtungen werden von Schülern vorgeschlagen und diskutiert.)

5.2 Informationen

Zusatzinformationen (z. B. über den Vorteil des Rückwärtseinparkens) können je nach Unterrichtssituation anhand der Erläuterungen in der „Technischen Information“ gegeben werden.

5.3 Hinweise zur Übertragung und Anwendung
Vergleiche hierzu die Lernziele 1.4 und 1.5.

6. Konstruktionsbeispiele

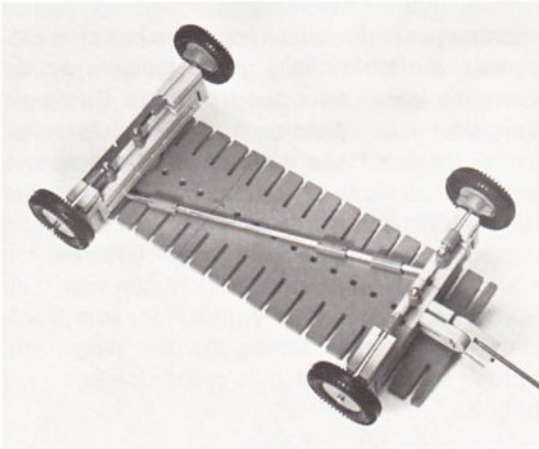


Abb. 23 Modell eines Fahrzeugs mit Allradlenkung. Die beiden Drehschemel sind als „Drehbalken“ aus Bausteinen konstruiert. Die Koppel ist aus einer „Achse 110“, einer „Achse 30“, zwei „Winkelachsen“ und drei „Achskuppelungen“ zusammengesetzt. Die exakte Bewegung der Hinterachse in die Gegenstellung wird dadurch erreicht, daß die Ansatzstellen der Koppel (die Punkte B und B' in Abb. 13) auf der Linie der Vorder- bzw. der Hinterachse liegen.

Abb. 25 Modell wie auf Abb. 26. Durch Bewegen der Deichsel wurden die Achsen in die zum Kurvenfahren notwendige Gegenstellung gebracht. ►

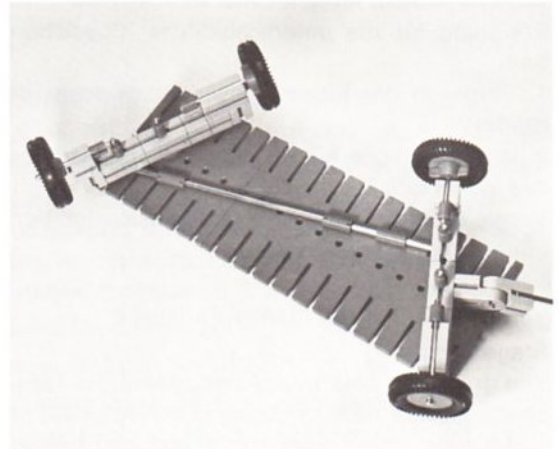
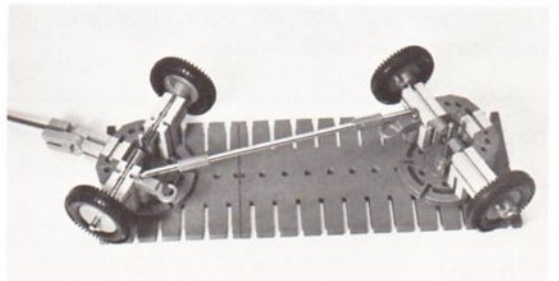


Abb. 24 Modell wie auf Abb. 23. Achsen in Gegenstellung. Die Verlängerungslinien der Achsen schneiden sich im Krümmungsmittelpunkt der Kurve.



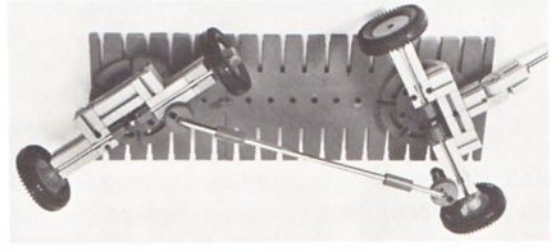
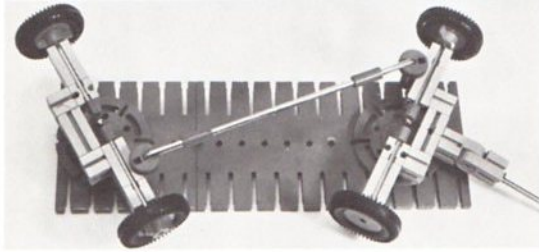
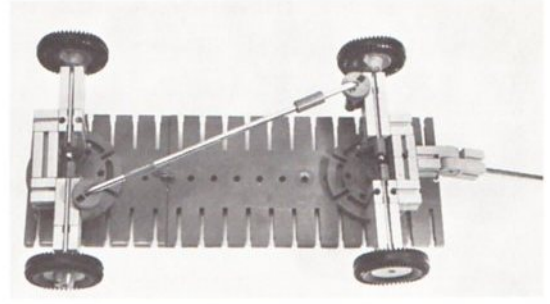
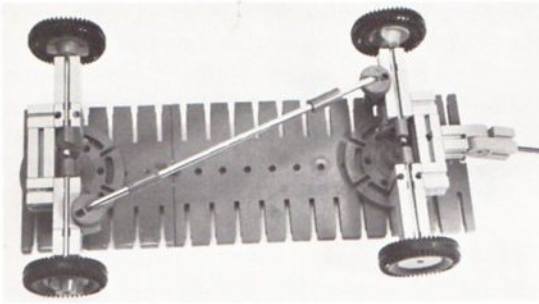


Abb. 27 und 28 Zur genauen Ausrichtung der Achsen für die Geradeausfahrt und zum Ausgleich der Länge der Koppel können die Ansatzstellen der Koppel (Winkelsteine) an den Achslagern verschoben werden. Klemmbuchsen und Klemmringe sichern die Koppel gegen das Herausrutschen.

Abb. 29 und 30 Modell wie auf Abb. 27. Die Ansatzstellen der Koppel an den Achsen sind verschoben. (Die Entfernung AB ist größer als die Entfernung $A'B'$, vergl. Abb. 13.) Die Achsen sind so gestellt, daß zwar die Geradeausfahrt möglich ist, nicht möglich ist jedoch das Kurvenfahren (Abb. 30).

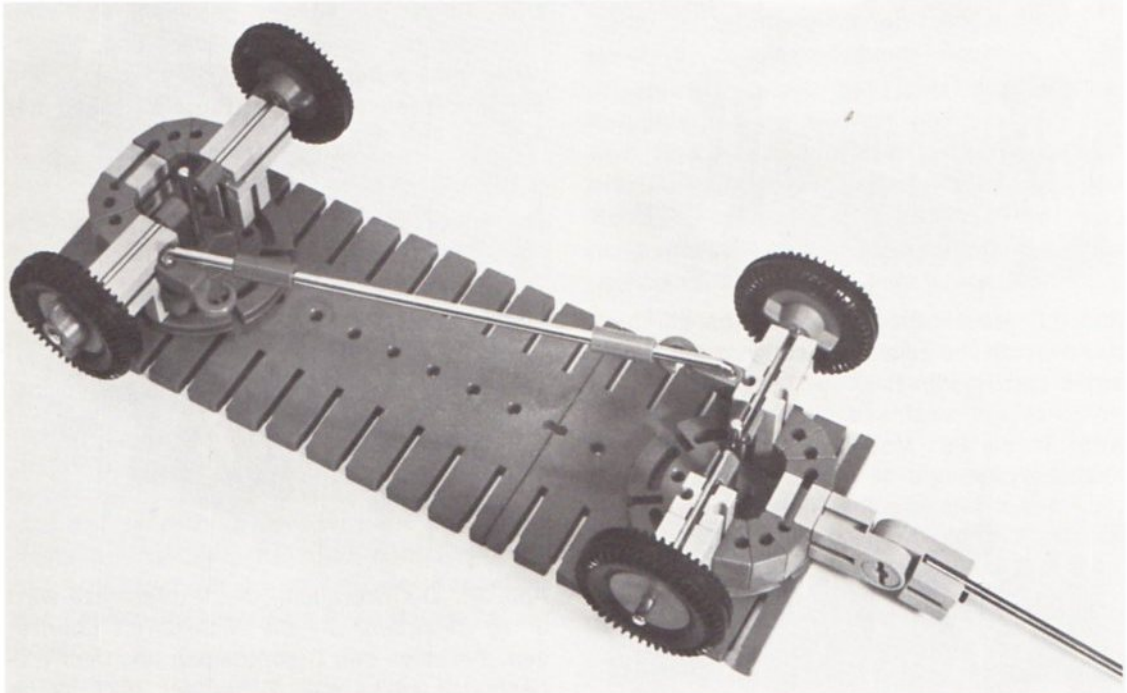


Abb. 26 Modell eines Fahrzeugs mit Allradlenkung. Die Drehschemel sind mit Hilfe der Drehscheiben gebaut. Die Deichselschere aus Winkelsteinen bietet ein stabiles Lager für die

Deichsel. Diese Deichselschere sichert gleichzeitig das Achslager gegen Lösen von der Drehscheibe.

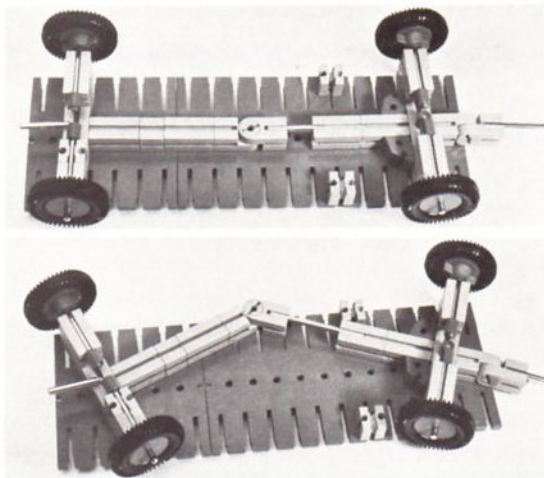


Abb. 31 und 32 Die Kraftübertragung wird in diesem Modell durch eine gelenkige Koppel (Gelenkstein) gewährleistet. Die Verlängerung der Koppel, die beim Einschlagen der Vorderachse notwendig wird (Abb. 32), wird dadurch ermöglicht, daß die „Achse 50“ fest im Gelenkstein sitzt, jedoch in der Nut des Bausteins hin- und hergleiten kann. Voraussetzung für das Erreichen der zum Kurvenfahren notwendigen Gegenstellung ist hier, daß der Gelenkstein in der Mitte zwischen Vorder- und Hinterachse sitzt.

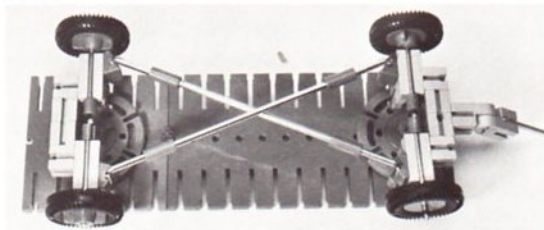


Abb. 33 Modell ähnlich wie auf Abb. 27. Durch den Einsatz von zwei Koppeln wird die Hinterachse stabil geführt.

Abb. 34 bis 36 Modelle mit Zugmitteln zur Kraftübertragung

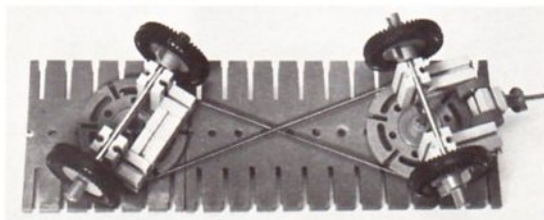


Abb. 34 In diesem Modell überträgt die „Treibfeder“ die Lenkbewegung der Vorderachse auf die Hinterachse. Damit die Achsen in die exakte

Gegenstellung gebracht werden können, muß die Treibfeder gekreuzt (Umkehr der Drehrichtung) und die Spannung möglichst gleichmäßig auf die Länge der Feder verteilt werden.

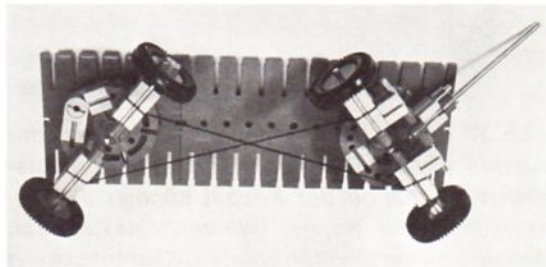
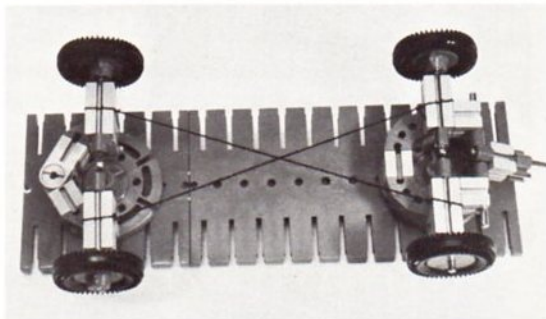


Abb. 35 und 36 Da die Kraftübertragung durch Bindfäden, die nur Zugkräfte, aber keine Druckkräfte übertragen können, geschieht, sind zwei Verbindungen zwischen Vorder- und Hinterachse notwendig. Die Festlegung der Länge der Bindfäden erfolgt bei Parallelstellung der Achsen (Abb. 35).

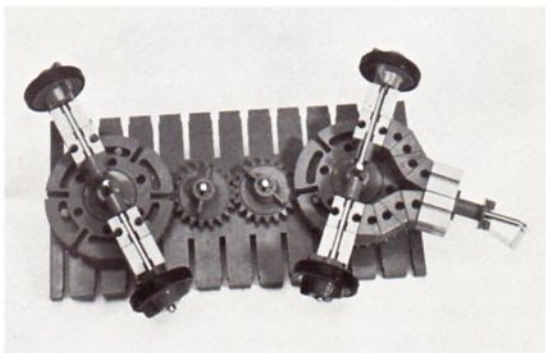


Abb. 37 Die Bewegung der Vorderachse wird durch Zahnräder auf die Hinterachse übertragen. Zwischen den Drehscheiben und dem Wagenboden sitzen die „Zahnräder 40Z“. Wenn das Übersetzungsverhältnis 1:1 ist, wird die Hinterachse beim Bewegen der Vorderachse immer in die erforderliche Gegenstellung mitbewegt.

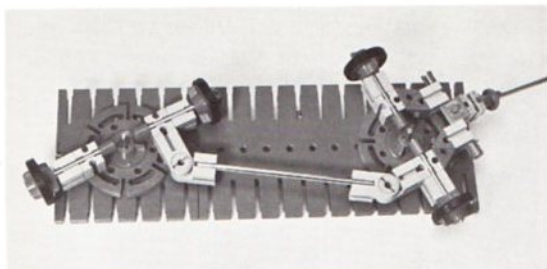


Abb. 38 Die Angriffspunkte zur Kraftübertragung liegen zu weit von den Achsen entfernt. So können die Achsen nicht in eine exakte Gegenstellung gebracht werden.

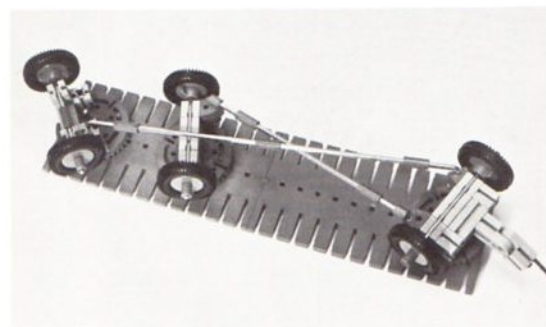
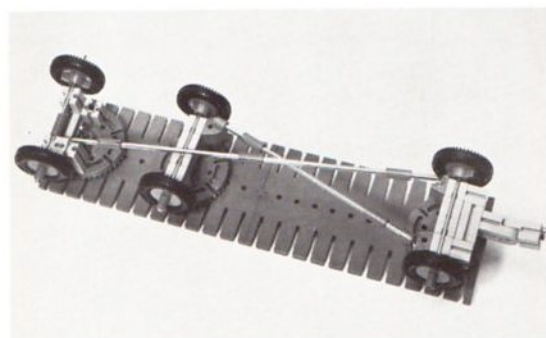


Abb. 39 und 40 Modell eines Fahrzeugs mit zwei lenkbaren Hinterachsen. Da die zweite Hinterachse beim Kurvenfahren einen anderen Kreisbogen beschreibt als die erste, muß die zweite Hinterachse stärker eingeschlagen werden als die erste. Dies wird dadurch erreicht, daß die Entfernung zwischen dem Drehpunkt der Achse und der Ansatzstelle der Koppel bei der zweiten Hinterachse kleiner ist als bei der ersten.

Schüler, die die Aufgaben zur Allradlenkung bereits gelöst haben, können aufgefordert werden, ein solches Modell in Partnerarbeit mit zwei u-t 1 zu konstruieren. ■

Produktinformation

5.1 Dokumentation zur technischen Bildung

In diesen Wochen wird ein Medienpaket zur technischen Bildung vorgelegt. Es setzt sich zusammen aus:

- Transparentfolien für den Overheadprojektor
- Color-Diapositivreihen für den Kleinbildprojektor
- Erläuterungen zu den Transparenten und den Diapositivreihen (Textheft)
- Handreichungen für den Lehrer

Bis zur Didacta-Lehrmittelmesse 1975 in Nürnberg (10.–14. März 1975) werden folgende vier Reihen fertiggestellt:

B. Graf — H. Keh — G. Knerr:

- Reihe 1 Die Arbeitsmaschine
- Reihe 2 Hebezeuge
- Reihe 3 Getriebe
- Reihe 4 Landfahrzeuge

In Vorbereitung befinden sich:

- Reihe 5 Brücken und Masten
- Reihe 6 Decken — Gewölbe — Tragwerke
- Reihe 7 Wasserfahrzeuge
- Reihe 8 Luftfahrzeuge
- Reihe 9 Schalten—Steuern—Regeln 1
- Reihe 10 Schalten—Steuern—Regeln 2

Jede Reihe umfaßt 10 Transparentfolien, 20 Farbdias und ein Textheft. Für die Reihe 1–4 wird die Lehrer-Handreichung I entwickelt, für die Reihen 5–8 die Handreichung II und für 9–10 die Handreichung III vorbereitet.

In den Farbdias werden u. a. Modelle aus fischertechnik-Lernbaukästen vorgestellt.

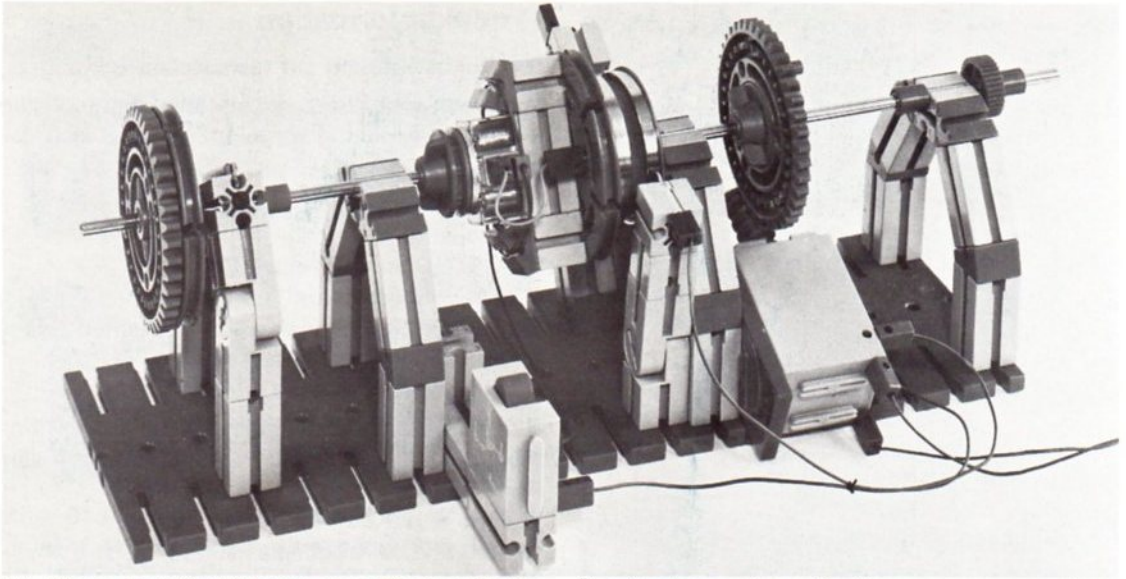
Wer immer sich mit technischer Bildung befaßt, ob im Technischen Werken, im Naturkundeunterricht, in Physik, Geschichte, Arbeitslehre oder Sozialkunde, wird diese umfassende Dokumentation begrüßen.

Sie läßt sich einsetzen im allgemeinbildenden Schulwesen, in den Sekundarstufen I + II, im berufsbildenden Schulwesen und in Fachhochschulen.

Die Dokumentation ist zu beziehen von:

Frohmut Augst, Lehrmittelhandel und Verlag,
8500 Nürnberg 21, Edmund-Rumpler-Weg 10,
Tel. 09 11 - 52 37 24.

Auskunft auf der Didacta Nürnberg (10.–14. März 1975): F. Augst, Halle D, Stand 4009, sowie Fischer-Werke, Halle I, Stand 8055.



5.2 Neue Veröffentlichung der Fischer-Werke zum fischertechnik-Schulprogramm

Armin Keßler – Gerhard Ruckwied:

„Elektrotechnik in der Sekundarstufe I“

Unterrichtsbeispiele – Grundschaltungen – Handhabung der Bauelemente
(Eine Unterrichtshilfe zum u-t 3.)

Die Broschüre ist in drei Teile gegliedert

- I. Handhabung der Bauelemente aus u-t 3
- II. Grundschaltungen

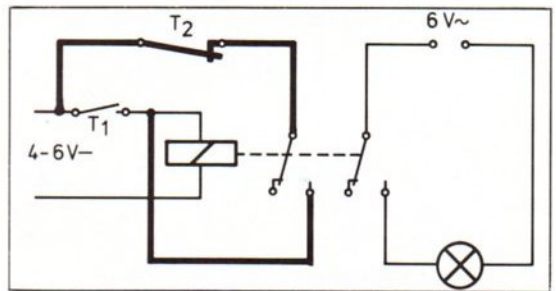
III. Unterrichtsbeispiele zu folgenden Themen: Motorgetriebener Blinker, Drehende Scheinwerfer, Magnetkupplung, Scheibenwischer mit automatischer Endabschaltung, Automatische Treppenhausbeleuchtung, Selbsthalteschaltung eines Relais, Steuerung einer Lichtsignalanlage, Steuerung eines Ventilators durch Bimetall und Relais, u. a. m. (Diese Aufzählung ist nicht verbindlich und kann sich noch ändern.) Neben der Darstellung von Schülerarbeiten zu den genannten Themen (Fotos) werden Informationen über Einsatz- und Verwendungsmöglichkeiten in der Technik, Schaltskizzen und Verdrahtungspläne gegeben. Lernziele, Aufgabenstellung und Hinweise zur Unterrichtsorganisation ergänzen die Darstellung.

Beispiele:

1. Foto „Magnetkupplung“, Beispiel einer Schülerarbeit – 8. Schuljahr – aus Teil III „Unterrichtsbeispiele“:

Übertragung einer Drehbewegung von einer Welle auf eine zweite mit Hilfe einer „Magnetkupplung“. Der Strom wird von den Kontakten auf den Schleifring und von da auf den sich mit der Antriebswelle drehenden Elektromagneten übertragen. Mit Hilfe des Tasters kann der Stromkreis zum Elektromagneten geöffnet bzw. geschlossen und so die zweite Welle mitbewegt oder stillgesetzt werden.

2. Schaltskizze „Selbsthaltung“ aus Teil II „Grundschaltungen“



Wird der Taster T₁ betätigt, zieht das Relais an. Damit schließt sich auch der mit a bezeichnete Kontakt und überbrückt über eine Hilfsleitung und den Taster T₂ den Eintaster T₁ in der Steuerleitung. Das Relais bleibt, auch wenn man T₁ losläßt, angezogen. Da sich gleichzeitig auch der Kontakt b schließt, brennt die Lampe im Arbeitsstromkreis. Soll das Relais ausgeschaltet werden, muß der Austaster T₂ betätigt werden. Er unterbricht den Steuerstromkreis. Damit fällt das Relais ab.